UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1909]

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

Visual Library



STUTTGART UND LEIPZIG

DEUTSCHE VERLAGS-ANSTALT

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

MAX MOHR
ARCHITEKTUR-
BUCHHANDLUNG
BERLIN-
WILMERSDORF

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

LEXIKON DER GESAMTEN TECHNIK

UND IHRER HILFSWISSENSCHAFTEN

SIEBENTER BAND

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzfreies Papier

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

EK 4367
HK 1617.

LEXIKON
DER GESAMTEN TECHNIK

UND IHRER HILFSWISSENSCHAFTEN

IM VEREIN MIT FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

OTTO LUEGER

BÜCHEREI DER KÖNIGLICHEN BAUGEWERKSCHULE HÖXTER

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN

ZWEITE, VOLLSTÄNDIG NEU BEARBEITETE AUFLAGE

SIEBENTER BAND

PAPIERFÄRBEREI BIS SCHWEFELSÄURE

03
M
L4136

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



STUTTGART UND LEIPZIG
DEUTSCHE VERLAGS-ANSTALT

EK 2530
K AVII/L20

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Alle Rechte, besonders das der Uebersetzung, vorbehalten

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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

P

Papierfärberei, ſ. Buntpapierfabrikation.

Papierfäſſer werden öfter zum Transport pulverförmiger, ſeltener flüſſiger Materialien verwendet. Dieſelben ſind teurer als Fäſſer aus weichem, dagegen billiger als ſolche aus hartem Holz und zeichnen ſich durch vollkommene Undurchläſſigkeit ſowie ſehr geringes Gewicht aus. Sie haben meiſt zylindriſche, ſeltener die eigentliche Faßform.

Bei der Herſtellung von Papierfäſſern kommen verſchiedene Methoden zur Anwendung. Das Rohmaterial iſt entweder Papier, Pappe — beide aus Holzſchliff — oder auch Zellſtoff. Aus Papier können dieſelben dadurch hergeſtellt werden, daß man endloſes, an einer Seite mit Klebſtoff in einer Klebmaſchine verſehenes Papier ſo lange auf eine dem Durchmeſſer des Faſſes entſprechende Walze aufwickelt, bis die gewünſchte Wandſtärke des Faſſes erreicht iſt, worauf der ſo erhaltene Papier- (eigentlich Pappe-) zylinder nach einer Verengung der expandierbaren Walze von dieſer abgenommen, getrocknet, hierauf ſtark erhitzt und in entſprechender Weiſe mit den Böden verſehen wird, die entweder in einer innen eingedrehten Nut oder zwiſchen zwei innen eingeklebten Pappereifen befeſtigt oder in der Weiſe angeordnet werden, daß an einen inneren Reifen ein Blatt ausgebauchten Pappendeckels angeklebt, auf dieſes eine zweite Lage oder eine dicke Pappenſcheibe gefetzt und das Ganze durch eine breite Querleiſte aus Holz oder Pappe feſtgemacht wird. Das Faß erhält behufs Erreichung einer größeren Feſtigkeit auch Außenreifen aus Pappe, die feucht aufgezogen werden und ſich beim Trocknen gut zuſammenziehen. — Bei Fäſſern, die zum Transport flüſſiger Materialien dienen, wird zwiſchen dieſe Papierlagen eine mit Oel getränkte Leinwandlage eingewickelt. Die Böden müſſen gedichtet werden. — Nach einer andern Methode läßt man Holzſchliff in einer Pappemaſchine auf eine ebenfalls expandierbare Formatwalze ſo lange auflaufen, bis die verlangte Wandſtärke erreicht iſt, worauf nach Verengung der Walze der ſo hergeſtellte Pappezylinder abgenommen und, wenn derſelbe die Faßform erhalten ſoll, in eine Form gebracht wird, an deren Innenfläche derſelbe durch das Einführen eines Gummiſackes und Aufblaſen dieſes letzteren angepreßt und geformt wird. Hierauf folgt ein langſames Trocknen und das Einſetzen der Böden. — Nach einer weiteren Methode werden zwei vollkommen gleiche Faßhälften, beſtehend aus einer halben Faßwand und einem Boden, in einer Preſſe hergeſtellt und die beiden Hälften ſodann durch Reifen miteinander verbunden, wobei zwiſchen die Kanten Dichtungsmittel eingelegt werden können. *Kraft.*

Papierfeuerſchwamm (Bogenſchwamm, Blätterſchwamm, Zunderpapier), eine aus den zerkleinerten Abfällen des Feuerſchwammes erzeugte Pappe.

Papierflaſchen werden aus gut geleimtem Stroh- und Holzſtoffpapier hergeſtellt, welches vor allem, um es waſſerdicht zu machen, mit einer Miſchung von defibriniertem Blut, Kalkpulver und ſchwefelſaurer Tonerde imprägniert wird. Die Papierblätter werden nun, mit dieſer Miſchung beſtrichen, zur Bildung einer Pappe aufeinander geklebt und dieſe ſodann durch Heißpreſſung zu einer halben Flaſche geformt. Die beiden Flaſchenhälften werden ſodann an den Verbindungskanten abgeſchrägt, durch waſſerdichten Leim oder harten Kautſchukkitt zuſammengeklebt, mit den entſprechenden Verſchlußvorrichtungen aus Zinn verſehen und ſchließlich innen mit Wachs oder Paraffin ausgegoſſen. *Kraft.*

Papierform, jenes ſowohl bei der Hand- als auch Maſchinenpapiererzeugung verwendete Werkzeug, welches die erſte Entwäſſerung der Papierfaſermaſſe zu bewirken hat und ſtets aus einem aus Metalldrähten hergeſtellten Sieb beſteht; ſ. Papierfabrikation. *Kraft.*

Papierformate entſtehen durch die verſchiedenen Dimenſionierungen der Papierbogen, die ſeit jeher durch gewiſſe Grenzen, beim Handpapier durch die Größe der Form, beim Maſchinenpapier durch die Breite des die Entwäſſerung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bewirkenden Siebes eingeſchränkt waren und noch immer ſind. Es haben ſich in den verſchiedenen Staaten Europas ſelbſtverſtändlich verſchiedene Formate mit verſchiedenen Benennungen herausgebildet, welch letztere in manchen Fällen ihre Entſtehung dem Waſſerzeichen des Papiers verdanken.

In Deutſchland unterſcheidet man heute noch, aber nicht mehr ſo ausſchließlich wie einſt, folgende Formate:

	Millimeter lang	breit		Millimeter lang	breit
Groß-Elefant	1028	675	Groß-Median	578	444
Klein-Elefant	900	633	Mittel-Median	542	444
Kolombier	821	590	Schmal-Median	529	420
Imperial	766	554	Klein-Median	511	402
Groß-Regal	736	529	Schmal-Regiſter	487	396
Super-Regal	688	487	Mittel-Regiſter	475	383
Mittel-Regal	657	498	Propatria (Dikaſterial) . .	450	471
Klein-Regal (Regal royal) . .	621	487	Klein-Format	402—432	320—371
Lexikonformat (Emoiſin) . .	590	462	Pandekten	371	264

Von dieſen oft ganz willkürlichen Abmeſſungen und eigentümlichen, auf keiner logiſchen Grundlage beruhenden Benennungen ſuchte man ſich dadurch zu befreien, daß ſeit 1883 auf Vorſchlag des Vereins deutſcher Papierfabrikanten, im Einverſtändniſſe mit den Hauptbeteiligten, folgende durch Nummern charakteriſierte Normalformate feſtgeſetzt wurden:

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Breite	33	34	36	38	40	42	44	46	48	50	54	57	cm
Länge	42	43	45	48	50	53	56	59	64	65	68	78	„

Im Jahre 1889 wurden dieſe Normalformate durch einen Erlaß des Reichskanzlers für die Reichskanzleien angenommen. Es iſt klar, daß durch die allgemeine Annahme dieſer Beſtimmungen eine Vereinfachung der Fabrikation ermöglicht wird. — Neben dieſen Normalformaten ſind noch folgende am häufigſten gebräuchlich:

Schulformat . .	34 × 42	Klein-Regal .	47 × 60
Propatria . . .	35 × 43	Regal . . .	49 × 64
Groß-Propatria .	37 × 41	Super-Regal .	54 × 70
Klein-Regiſter .	41 × 51	Imperial . .	57 × 80
Median	45 × 58	Adler . . .	62 × 90.

Für Bücher und Zeichenpapiere kommen noch dazu:

Atlas . . 83 × 118 Groß-Adler . . 70 × 107. *Kraft.*

Papierfranſenſchneidmaſchine, Maſchine zur Herſtellung gleich langer und breiter Franſen an den Kanten der verſchiedenſten Konditor-, Luxus- und Buntpapiere.

Die von Hugo Kretſchmann, Berlin, gebaute Maſchine beſteht aus einer Klemmvorrichtung, in welche vier bis acht Bogen des mit Franſen zu verſehenden Papiers mit freier Kante eingeklemmt werden. Parallel zu der Papierkante wird der von zwei runden Stangen geführte und durch eine Schraubenſpindel in jeder Zeiteinheit um eine beſtimmte Länge verſchobene Schneidapparat bewegt, der aus einem feſtſtehenden und einem beweglichen Scherbacken beſteht. Die Länge und Breite der Franſen kann durch eine Einſtellung des Schneidapparats reguliert werden. Die letztere variiert von 0,7—5,5 mm, die Länge bis 20 cm. Bei achtfachem Papier können bis zu 6500 Franſen pro Minute hergeſtellt werden. *Kraft.*

Papiergarn wird aus gewöhnlichen Papierſtoffaſern, namentlich Holzzellſtoff, dadurch hergeſtellt, daß die auf der Lang- oder Zylinderformmaſchine erzeugte Papierbahn durch ſtreifenweiſe Herſtellung des Metalltuches oder durch dünne Waſſerſtrahlen in Streifen geteilt, dieſe durch einen Filz abgenommen und einem Nitſchelzeug (ſ. Streichgarnſpinnerei) zugeführt werden, wodurch die Umwandlung aus flachen Streifen in rundes Garn erreicht wird. Die ſo entſtandenen oder manchmal auch aus geſchnittenen Streifen ſchon fertigen Papiers hergeſtellten Garne werden einer Appretur in tieriſchem Leim, Dextrin, Kartoffelſtärke unterzogen, auch mit Paraffin, Wachs gebürſtet und auf Spulen aufgewickelt. Aus dieſen Garnen werden Teppiche, Wandbehänge, Handtücher, ja ſelbſt ganze Anzüge hergeſtellt.

Literatur: Pfuhl, E., Zellſtoffgarne (Xylolin, Silvalin, Licella), ihre Herſtellung u. ſ. w., Riga 1904. *Kraft.*

Papiergewebe, ſ. Papiergarn und Papierkleider.

Papierhülſen (in der Spinnerei), kreisrunde bezw. koniſche Hülſen aus Halbkarton zur Aufwindung des fertigen Fadens oder Zwirnfadens als Halt beim Abnehmen und Wiederabwinden.

Ihre Form richtet ſich nach derjenigen Spindel, auf welcher die Windung gemacht wird. Die Hülſen für Selfaktorkötzer ſind die kleinſten (30—50 mm lang, 5—8 mm Durchmeſſer) und ſitzen im unteren Ende des von der Spindel gebildeten Kötzerhohlraumes. Die Papierhülſen der Ringſpindel haben die Länge des ganzen Kötzers und ſind Kegelſtumpfe (130—185 mm

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lang, 20—25 bezw. 9—12 mm Durchmesser). Die Hülsen der Kreuzspulmaschine sind zylindrisch, Länge und Durchmesser der Aufwindung entsprechend (s. Baumwollspinnerei und Zwirn). Die Herstellung der Hülsen findet im Großbetrieb auf Hülsenmaschinen statt, welche aus dem vollen Papier die fertigen Hülsen liefern.

Literatur: Deutsche Ind.-Ztg. 1870, S. 82; Papierztg. von Hofmann 1892, S. 3006; 1893, S. 406 ff.; 1894, S. 970. *O. Boßhard.*

Papierisolatoren aus Hadern oder Cellulosepapier werden für lange elektrische Kabelleitungen an Stelle von Kautschuk verwendet.

Bis zu 5 Meilen langes Rollenpapier wird in entsprechend breite Streifen geschnitten, welche dann in Maschinen mit bis 500 Umdrehungen auf den Leiter in Spiralgängen bis zur nötigen Dicke der Isolierschichte aufgewickelt werden. Das so erzeugte Kabel wird auf eine Trommel aufgewickelt und vorerst bei einer Temperatur von 121° C. getrocknet, worauf es in eine auf 138° C. erhitzte, entsprechend zusammengesetzte Flüssigkeit gebracht und der Wirkung derselben bestimmte Zeit ausgesetzt wird. Die Umhüllung des Kabels mit Blei in der hydraulischen Presse bildet den Schluß des Prozesses. *Kraft.*

Papierkleider. Hemden und Unterbeinkleider, wie sie heute in der japanischen Armee getragen werden, bestehen aus weichem, gelblichem, langfaserigem Papier, das so fest ist, daß die Knopflöcher eingefäumt werden können.

Die einzelnen Teile dieser Kleidungsstücke werden ausgeschnitten und entweder durch Kleben oder Vernähen miteinander verbunden. In der deutschen Armee wurden diese Kleider als zu warm empfunden. Das aus Amerika unter dem Namen Fibres de Chamois eingeführte Kleiderfutter besteht aus Sulfitzellstoffpapier, das angefeuchtet und zwischen Walzen so lange gerunzelt wird, bis es trocken ist. Sehr stark werden heute in bestimmten Kreisen Papierkrawatten mit und ohne Stoffüberzug getragen. Im Altertum trugen im Orient die Armen aus rotem Papier hergestellte Hemden, um die Aufmerksamkeit der Reichen und Fürsten auf sich zu ziehen. *Kraft.*

Papierleder (Lederpapier), s. Papiersorten.

Papiermaché (zerquetschtes Papier) ist nichts andres als Papiermasse, Papierstoff, Papierzeug, das als eine sehr plastische Masse zur Herstellung der verschiedensten Gegenstände durch Guß oder Pressung verwendet wird.

Es wird meist aus Makulatur durch Zerkleinerung im Holländer hergestellt, da die meisten der daraus gefertigten Gegenstände mit einem Anstrich oder einer Lackierung versehen werden. Dieses Rohmaterial wird in Wasser eingeweicht, selbst gekocht, dann in einem Mörser, Holländer oder Kollergang zermalmt, mit feinem Sand, Ton oder Kreide, auch Holzasche gemischt und ihm dann Gummi- oder Leimwasser bezw. Stärkekleister zugesetzt. Die Masse wird in mit Oel bestrichene Holz-, Metall- oder Gipsformen gepreßt, nach dem Herausnehmen aus der Form zuerst an der Luft, dann im Ofen getrocknet und schließlich bemalt, gefärbt und lackiert, welch letzten Arbeiten manchmal ein Abschleifen, Glätten oder auch Abdrehen, Hobeln vorangeht. — Eine andre Herstellungsmethode dieser Gegenstände besteht darin, daß kleine weichgemachte Papierstückchen in die Vertiefungen der Form mit dem Finger eingedrückt, auf diese dann ähnliche in Gummi oder Leim getauchte Papierblättchen so lange aufgeklebt werden, bis eine gewisse Wandstärke erreicht ist, worauf der Gegenstand aus der Form genommen, getrocknet, bemalt, lackiert wird.

Literatur: Winzer, A., Papiermaché und Zelluloid, 1907; Andés, Die Fabrikation der Papiermaché- und Papierstoffwaren, 1900. *Kraft.*

Papiermacherfilz, nicht eigentlicher Filz, sondern gefilztes Gewebe, das, aus grobem Wollgarn mit Köperbindung locker gewebt, weder gerauht noch geschoren wird. Verwendung s. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 812. *Kraft.*

Papiermatrizen, s. Schriftgießerei.

Papiernormalien sind diejenigen Bestimmungen, durch welche die Eigenschaften solcher Papiersorten festgesetzt werden, die beim Niederschreiben wichtiger, namentlich staatlicher, gesetzlicher Verfügungen und Verordnungen sowie überhaupt im Gebrauche der Behörden in Verwendung kommen, um deren Zeitdauer tunlichst zu erhöhen.

Solche Normalien sind von mehreren deutschen Bundesstaaten, so von Preußen 1891, Bayern 1892, Baden 1897, Hessen und Württemberg 1907 festgesetzt worden. Durch die von Preußen erlassenen Bestimmungen wird das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier auf Grundlage von Stoff- und Festigkeitsklassen in Verwendungsklassen eingeteilt.

Stoffklassen werden vier unterschieden und zwar: 1. Papiere nur aus Hadern; 2. Papiere aus Hadern mit höchstens 25 % Zellstoff, ohne verholzte Fasern; 3. Papiere beliebiger Zusammensetzung ohne verholzte Fasern; 4. Papiere beliebiger Zusammensetzung. Der Aschengehalt all dieser Klassen ist von den einzelnen Bundesstaaten verschieden festgesetzt.

Festigkeitsklassen werden sechs unterschieden mit 6000, 5000, 4000, 3000, 2000, 1000 m mittlerer Reißlänge. Die mittlere Dehnung ist dabei mit 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5 % der ursprünglichen Länge, die Zahl der Doppelfalzungen nach Schopper mit 190, 190, 80, 40, 20, 3, festgesetzt; diese Maße sind bei 65 % relativer Luftfeuchtigkeit zu ermitteln, die Berechnung der Reißlänge auf Grund des Gewichtes eines bei 100° C. getrockneten Streifens zu vollführen.

Verwendungsklassen sind acht mit Untereinteilungen festgesetzt: 1. Papier für dauernd aufzubewahrende, besonders wichtige Urkunden und für Kabinettsorders: Stoffklasse 1 Festigkeitsklasse 1, Gewicht für 1000 Bogen 15 kg und 12 kg. 2. Papier zu Urkunden, Standes-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

amtsregiſtern, Geſchäftsbüchern u. ſ. w., zwei Sorten: Stoffklaſſe 1, Feſtigkeitsklaſſe 2 und 3, Gewicht 14 und 13 kg. 3. Aktenpapier für länger als 10 Jahre aufzubewahrende Schriftſtücke. (3a Kanzleipapier, Quartbriefpapier, Oktavbriefpapier, Schreibmaſchinendurchſchlagpapier; 3b Konzeptpapier): Stoffklaſſe 2, Feſtigkeitsklaſſe 3, bei Sorte 3b Feſtigkeitsklaſſe 4, Gewicht 13, 10,4, 5,2, 7 und 13 kg. 4. Aktenpapier für Schriftſtücke von geringerer Bedeutung und kürzerer Aufbewahrungsfriſt. (4a Kanzleipapier, Quart- und Oktavbriefpapier; 4b Konzeptpapier): Stoffklaſſe 3, Feſtigkeit bei 4a 3500 m Reißlänge, Dehnung 2,75 %, 40 Doppelfalzungen; bei 4b Feſtigkeitsklaſſe 4, Gewicht 12, 9,6, 4,8, 1,2 kg. 5. Briefumſchläge, Packpapier, zwei Sorten, Stoffklaſſe unbeſtimmt, Feſtigkeitsklaſſe 3 und 5, Gewicht in Gramm für 1 qm feſtgeſetzt. 6. Schreibpapier zu untergeordneten Zwecken des täglichen Verbrauchs: Stoffklaſſe unbeſtimmt, Feſtigkeitsklaſſe in einzelnen Fällen 5 oder 6, Gewicht unbeſtimmt. 7. Aktendeckel, Sorte 7a: Stoffklaſſe 1, Feſtigkeitsklaſſe 2500 m Reißlänge, 3,5 % Dehnung, Gewicht pro 1000 Bogen 31,2 kg; Sorte 7b: Stoffklaſſe 3, Feſtigkeit 2500 m Reißlänge, 2,5 % Dehnung, Gewicht pro 1000 Bogen 42,3 kg. 8. Druckpapier, drei Sorten, 8a, 8b, 8c: Stoffklaſſe 1, 3, unbeſtimmt; Feſtigkeitsklaſſe 4, 4, in einzelnen Fällen 5 oder 6.

Die Bogengröße iſt mit 33 × 42 feſtgeſetzt, und nur, wo dies nicht angängig iſt, ſind weitere 12 Bogengrößen beſtimmt und bis zur neunten Größe auch das Gewicht für 1000 Bogen und für den Quadratmeter feſtgeſetzt. Für ſehr undurchſichtige Schreibpapiere kann eine Gewichtserhöhung bis zu 25 % vorgeſchrieben werden.

Die Papierklaſſen 1—4 dürfen in Reißlänge, Dehnung und Falzzahlen bis zu 10 % nach unten abweichen, die Gewichte bei Schreib- und Druckpapier 2,5 %, bei Aktendeckeln und Packpapieren um 4 %.

Die Schreibpapiere der Verwendungsklaſſen 1—4 müſſen mit einem auf dem Siebe hergeſtellten Waſſerzeichen verſehen ſein, das die Firma des Fabrikanten in einer jeden Zweifel ausſchließenden Weiſe ſowie neben dem Worte „Normal“ das Zeichen der Verwendungsklaſſe erkennen läßt, und es dürfen nur ſolche Papiere dieſer Klaſſen verwendet werden, deren Waſſerzeichen beim Kgl. Materialprüfungsamt in Groß-Lichterfelde bezw. Darmſtadt und Stuttgart gemeldet und eingetragen ſind, welche Eintragung im Reichs- und Staatsanzeiger bekanntgemacht wird. — Vor der Erteilung von Lieferungsaufträgen iſt von jeder Papierſorte eine Probe zur Prüfung auf Ausſehen, Glätte, Griff einzuſenden. Die Prüfung auf Stoffzuſammenſetzung, Feſtigkeit, Leimung, d. h. alſo auf die Uebereinſtimmung des Papiers mit den Normalien erfolgt nach Lieferung, vor der Ingebrauchnahme, und zu dieſem Zwecke müſſen Proben an das genannte Prüfungsamt eingeſendet werden, die aus je zehn Bogen Papier, zehn Briefumſchlägen oder Aktendeckeln beſtehen, welche aus verſchiedenen Stellen der Lieferung und aus Paketen, die noch nicht geöffnet waren, bei größeren Lieferungen aus mindeſtens fünf Paketen entnommen, zwiſchen ſteife Deckel zu verpacken ſind und nur ſo weit gekniffen werden dürfen, daß die ungekniffen Flächen mindeſtens 26,5 × 21 cm groß bleiben. — Die Prüfungsgebühr beträgt für jede Sorte 20 ℳ, die jedoch nur dann zurückbehalten wird, wenn das Papier den Normalien nicht entſpricht. Das Prüfungsamt hat neben den Einzelergebniſſen in den Prüfungszeugniſſen zu bezeugen, ob das Papier die Bedingungen erfüllt oder nicht erfüllt, in welch letzterem Falle erſichtlich zu machen iſt, inwieweit den Anforderungen nicht genügt iſt. Solche Papiere ſind zurückzuweiſen. — Fabriken, an deren Produkten im Laufe eines Jahres mehrfach grobe Verſtöße gegen die Beſtimmungen, d. h. gegen die Stoff- und Feſtigkeitsklaſſe feſtgeſtellt wurden, ſind zu verwarnen und, wenn dies erfolglos bleibt, aus dem amtlichen Waſſerzeichenverzeichnis zu ſtreichen und von den Lieferungen für ſtaatliche Behörden auszuſchließen und dies im Reichs- und Staatsanzeiger zu verlautbaren. Nach zwei Jahren kann die Fabrik unter Probenvorlage um Wiedereintragung bittlich werden, worüber nach Durchführung der Prüfung der Miniſter für Handel und Gewerbe entſcheidet. — Die Behörden dürfen in ihren Lieferungsanforderungen andre Beſtimmungen nicht vorſchreiben. Die Verordnung iſt vom Kgl. Staatsminiſterium erlaſſen und vom 28. Januar 1904 datiert. Zu dieſen Beſtimmungen iſt noch eine Dienſtanweiſung zur Ausführung derſelben, gleichen Datums, erlaſſen, die ſich auf den Bezug, die Verwendung und Beſtellung des Papiers von Seite der einzelnen Behörden und einzelner Beamter bezieht.

Die Prüfungsgebühren des Kgl. Materialprüfungsamtes zu Groß-Lichterfelde betragen für eine Feſtigkeits- und Dehnungsprüfung (je fünf Verſuche nach zwei Richtungen) 10 ℳ; eine Falzprüfung 2 ℳ; Aſchengehaltsprüfung 3 ℳ, mit Beſtimmung der qualitativen Zuſammenſetzung der Aſche 10 ℳ, mit Beſtimmung der quantitativen Zuſammenſetzung 50 ℳ; eine Dicken- und Gewichtsprüfung 2 ℳ; Unterſuchung auf Holzſchliff 1 ℳ; mit Beſtimmung der Art der verholzten Faſern 2 ℳ; mikroſkopiſche Feſtſtellung der Faſerarten 5 ℳ; mit Schätzung der Mengenverhältniſſe 10 ℳ; chemiſche Zuſammenſetzung 5—50 ℳ; quantitativ 10—100 ℳ; vollſtändige Unterſuchung 20 ℳ. Außer dieſen Vorſchriften ſind noch erlaſſen: Beſtimmungen des Reichseiſenbahnamtes vom 13. Oktober 1892 für Frachtbriefpapiere, nach welchen zu dieſem Zweck Normalpapier 4a zu verwenden iſt, das Papier muß weiße Farbe beſitzen, das Gewicht für je 1000 Bogen 76 × 60 cm hat 39 kg zu betragen. Geſtattete Abweichung 2,5 % nach oben und unten. Für Quittungskartenkarton der Invaliditäts- und Altersverſicherung iſt durch mehrere Reichskanzlerverordnungen beſtimmt, daß dieſer Karton aus Zellſtoff, Leinen und Baumwolle hergeſtellt ſein muß, vom erſtgenannten Stoff nicht mehr als 50 % enthalten darf, der Leinen- den Baumwollgehalt um mindeſtens 5 % überſteigen, der Karton mit Eiſenoxyd und Bleichromat gelb gefärbt und ein Quadratmetergewicht von 272—287 g aufweiſen muß. Die mittlere Reißlänge hat 4500 m, die mittlere Dehnung 4 % zu betragen. Die Quittungskarten für die Selbſtverſicherung müſſen grau gefärbt ſein. Die Beitragskarten der Invaliditäts- und Altersverſicherung müſſen aus Lumpenpapier hergeſtellt ſein, eine Reißlänge von mindeſtens 3000 m, eine Dehnung von wenigſtens 1,9 % und einen Aſchengehalt von höchſtens 12 % aufweiſen. Dieſelben ſind behufs Feſtſtellung der Echtheit mit einem unſichtbaren Aufdruck

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu verſehen. — Poſtkarten- und Poſtanweiſungskarton muß nach Beſtimmung der Reichsdruckerei vom Jahre 1903 von verholzten Faſern frei ſein, eine mittlere Reißlänge von mindeſtens 3000 m, mittlere Dehnung mindeſtens 2,5 %, einen Aſchengehalt von höchſtens 10 %, gute Leimfeſtigkeit und Kopierfähigkeit ſowie lichtechte Färbung aufweiſen. Bei Poſtpaketadreſſenkarton iſt die mittlere Reißlänge mit 2500 m, die Dehnung mit 2 %, der Aſchengehalt mit höchſtens 15 % feſtgeſetzt und gute Leimfeſtigkeit ſowie eine Färbung verlangt, die ſich bei Einwirkung verdünnter Mineralſäuren nicht weſentlich ändert. Die vom Reichspoſtamt im Jahre 1906 erlaſſenen Vorſchriften für Papier zu Fernſprechkabeln verlangen Trockenheit, gleichmäßige Dicke, Langfaſerigkeit, Freiheit von Metallteilchen oder ſonſtigen Stoffen, die auf Leiter und Bleimantel zerſetzend wirken könnten. Die mittlere Reißlänge iſt mit 4000 m, die mittlere Dehnung mit 2 % feſtgeſetzt; ſ. a. Papierprüfung.

Literatur: v. Hoyer, Ueber die Entſtehung und Bedeutung der Papiernormalien ſowie deren Einfluß auf die Fabrikation, 1888; Hofmann, Normalpapier, 1892; Müller-Haußner, Die Herſtellung und Prüfung des Papiers, Berlin 1905; Herzberg, W., Papierprüfung, 1907. *Kraft.*

Papierpergament (Pergament, Pergamentpapier), ein das animaliſche Pergament imitierendes Papier; ſ. Papierſorten. *Kraft.*

Papierplatten, ſ. Holzfilzplatten.

Papierprägmaſchinen, ſ. Buntpapierfabrikation, Bd. 2, S. 399.

Papierprüfung, die Unterſuchung verſchiedener Papierſorten auf Zerreißfeſtigkeit, Dehnung, Widerſtandsfähigkeit gegen Zerknittern und Reiben, die Beſtimmung des Aſchengehalts, die mikroſkopiſche Unterſuchung, die qualitative Beſtimmung des Holzſchliffs, die Unterſuchung der Leimfeſtigkeit, Radierfähigkeit, Saugfähigkeit von Löſchpapier, Filtrierfähigkeit u. ſ. w.

Der heutige hohe Stand der Papierprüfung dürfte in erſter Linie auf die Einführung der Papiernormalien (ſ. d.) in Preußen zurückzuführen ſein, durch welche für die ſeitens der Behörden zu verwendenden Papiere beſtimmte Anforderungen aufgeſtellt wurden, die 1886 in den „Grundſätzen für amtliche Papierprüfungen“ niedergelegt ſind [1]. Sie wurden 1891 durch die „Vorſchriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken“ [2] und 1904 durch die „Beſtimmungen über das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier“ ([3] und [5]) erſetzt. Inzwiſchen ſind auch andre Staaten dem Beiſpiele Preußens durch Herausgabe von Papiernormalien gefolgt. Die Beſtimmungen unterſcheiden die Papiere nach den Stoffen, aus denen ſie beſtehen, in „Stoffklaſſen“ und nach ihren Feſtigkeitseigenſchaften in „Feſtigkeitsklaſſen“, und ſchreiben vor, welchen dieſer Klaſſen die zu den verſchiedenen Zwecken beſtimmten Papiere angehören müſſen, ferner ihre Bogengrößen und ihr Gewicht. Die Prüfung erſtreckt ſich auf folgende Punkte:

1. Die **Prüfung der Zerreißfeſtigkeit und Dehnung** an je fünf Streifen längs und quer zum Maſchinenlauf erfolgt auf kleinen Zerreißmaſchinen, und zwar wohl ausſchließlich auf den Spezialmaſchinen für Papierprüfung von Hartig-Reuſch [4]—[7], Leuner [4], Wendler [4] und [8] und Schopper [4] und [9] (ſ. a. Feſtigkeitsprobiermaſchinen). — Die Probeſtreifen ſind vollſtändig parallel zu ſchneiden, müſſen glatte Ränder haben und zum normalen Verſuch bei 15 mm Breite 180 mm Länge zwiſchen den Einſpannklauen beſitzen [4], [10]. Die Streifenbreite iſt auf die Beobachtungswerte für Feſtigkeit und Dehnung ohne weſentlichen Einfluß; die Streifenlänge iſt auf die Feſtigkeit nur dann von Einfluß, wenn ſie ſehr gering gewählt wird, weil dann die Folgen nicht völlig zentriſcher Einſpannung ungünſtig wirken; dagegen nimmt die prozentuale Dehnung mit abnehmender Streifenlänge zu. Da die Faſern ſich überwiegend in der Richtung des Maſchinenlaufes lagern, ſo iſt in der Richtung des Maſchinenlaufes die Feſtigkeit größer und die Dehnung kleiner als in der Querrichtung. Daher ſind die Feſtigkeitseigenſchaften nach beiden Richtungen zu ermitteln. Zurzeit iſt der Mittelwert für beide Richtungen maßgebend; mehrfach wird aber bereits gefordert, daß neben dem Mittelwert auch ein beſtimmtes Verhältnis zwiſchen Längs- und Querfeſtigkeit vorgeſchrieben werden ſoll [4]. Auch bei den geſchöpften (Hand-) Papieren ſind deutlich Unterſchiede in Feſtigkeit und Dehnung nach zwei Richtungen wahrnehmbar. Zur Erkennung beider Richtungen am Papierbogen feuchtet man nach Herzberg ein herausgeſchnittenes kreisrundes Stück auf der einen Seite an. Es rollt ſich hierbei infolge ſtärkeren Quellens der Faſern quer zu ihrer Achſe als längs ſo auf, daß der nicht gekrümmte Durchmeſſer in der Maſchinenrichtung liegt [4]. Nach Nickel legt man je einen der ſenkrecht zueinander entnommenen Probeſtreifen aufeinander und hält ſie an dem einen Ende wagerecht. Bleiben die Streifen hierbei dicht zuſammen, ſo liegt der in der Maſchinenrichtung entnommene unten, klaffen ſie auseinander, ſo iſt es der obere [6]. Die Urſache liegt in der größeren Dehnung (alſo auch Durchbiegung) der Querſtreifen bei gleicher Beanſpruchung. Mit wachſender Luftfeuchtigkeit nimmt die Zerreißfeſtigkeit des Papiers ab, die Dehnung zu. Die Verſuche ſind daher zur Erlangung vergleichbarer Werte ſtets bei gleicher Luftfeuchtigkeit auszuführen, nachdem die Probeſtreifen mindeſtens ½ Stunde lang frei ausgelegen haben, um ſich dem Feuchtigkeitszuſtande anzupaſſen. Sie ſind hierzu hochkant aufzuſtellen, damit ſie der Luft möglichſt große Oberfläche darbieten. Als normal dient der Feuchtigkeitsgehalt von 65 % [11]. Kann derſelbe nicht innegehalten werden, ſo laſſen ſich die Beobachtungswerte unter Benutzung der nachſtehenden, von Dalén ermittelten Verhältniswerte [12] auf diejenigen für normalen Feuchtigkeitsgehalt umrechnen:

Relative Luftfeuchtigkeit beim Verſuch		80	75	70	65	60	55	50	45	40 %
Verhältniszahlen	Reißlänge	118	111	104	100	97	94	92	90	88 „
	Dehnung	80	87	93	100	108	116	125	136	147 „

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Zimmerwärme hat innerhalb der üblichen Grenzen von 15—25° C. keinen nennenswerten Einfluß auf die Feſtigkeitseigenſchaften [4]. — Da die Querſchnitte der Probeſtreifen nicht mit Sicherheit beſtimmt werden können, ſo gilt nach dem Vorſchlage von Reuleaux als Vergleichswert für die Feſtigkeit die „Reißlänge", d. h. diejenige Länge, bei der ein frei herabhängender Streifen von beliebiger, aber gleichbleibender Breite und Dicke unter ſeinem Eigengewicht an der oberen Einſpannung abreißen würde. Die Reißlänge R in Kilometern ergibt ſich durch Diviſion des Streifengewichts für das laufende Meter in die ermittelte Bruchbelaſtung P. Iſt alſo g das Gewicht des 180 mm langen, bei 100° C. getrockneten Streifens, ſo iſt $R = 0{,}18\,P:g$. Statt dieſer Hartigſchen Formel kann auch die Hoyerſche $R = P \cdot 1000 : b \cdot G$ benutzt werden, in der b die Streifenbreite in Millimetern und G das Quadratmetergewicht in Gramm des Papieres iſt.

2. Die **Prüfung auf Widerſtandsfähigkeit gegen Zerknittern und Reiben** iſt vorzunehmen, weil wohl im allgemeinen, aber bei weitem nicht immer, mit großer Feſtigkeit und großer Dehnung auch ein großer Knitterwiderſtand verbunden iſt [4], [13], [14]. Die Prüfung wird ausgeführt, indem man ein etwa 21 × 21 cm großes Stück der Probe wiederholt aufrollt, feſt zuſammenballt und wieder ausbreitet, bis es lappig geworden iſt, auf etwa entſtandene Einbrüche unterſucht und nun wie Zeug beim Waſchen zwiſchen den Handballen reibt, bis Löcher in dem Papier entſtehen. — Trotz des ſubjektiven Urteils gibt das Verfahren bei genügender Uebung hinreichenden Anhalt, um nach der bis zur Zerſtörung erforderlichen Dauer des Reibens folgende Feſtigkeitsſtufen zu unterſcheiden: 0 außerordentlich gering, 1 ſehr gering, 2 gering, 3 mittelmäßig, 4 ziemlich groß, 5 groß, 6 ſehr groß und 7 außerordentlich groß [1]—[4].

Als Erſatz für die Handknitterung ſind folgende Verfahren vorgeſchlagen. Winkler empfiehlt die Ermittlung des „Falzverluſtes", d. h. feſtzuſtellen, um wieviel Prozent die Zugfeſtigkeit und Dehnung abnehmen, wenn die in der Mitte gekniffften Probeſtreifen vor dem Zerreißverſuch zwiſchen zwei ebenen Stahlplatten mit 100 kg einzeln zuſammengepreßt werden. — Kirchner will die Probeſtreifen hierzu an derſelben Stelle zweimal kniffen und zwar auf einer ebenen Stahlfläche unter einer 7,5 kg ſchweren Walze, die beim erſtmaligen Kniffen von den zuſammengelegten Enden der Streifen her und dann nach Umlegen des Kniffes in entgegengeſetzter Richtung über die Probe fortgerollt wird [4], [15]. Verſuche von Herzberg haben ergeben, daß die Dehnung durch das Falzen ſtärker leidet als die Feſtigkeit und daß der Feſtigkeitsfalzverluſt ſtets, der Dehnungsfalzverluſt in den meiſten Fällen in der Maſchinenrichtung größer iſt als in der Querrichtung. Ferner war der Falzverluſt wohl im allgemeinen, aber nicht immer, um ſo größer, je geringer der Knitterwiderſtand war. — Pfuhl hat einen Apparat angegeben, bei dem der Probeſtreifen mit dem einen Ende auf einer Walze feſtgelegt, umgeknifft und nun unter gemeſſenem Druck durch Drehen der Walze einmal über ſich ſelbſt hin und her geführt wird. Der Andruck erfolgt durch eine Gummiplatte, die mittels Luftdrucks angepreßt wird. Den Druck, der hierbei erforderlich iſt, um das Reißen des Streifens herbeizuführen, nennt Pfuhl „Reißdruck" [4], [16]. Verſuche von Lauboeck ergaben, daß der Apparat die Handknitterung nicht erſetzen kann [17]. Später iſt der Apparat von Pfuhl geändert [18], [19]. Schoppers Falzer für Papiere bis zu 150 g Quadratmetergewicht biegt den 15 mm breiten Papierſtreifen um ein 0,3 mm dickes Blech mit abgerundeten Kanten hin und her und beſtimmt die Anzahl der Biegungen, die der Streifen bei beſtimmter Zugbelaſtung bis zum Bruch aushält [20] (Fig. 1). Der Probeſtreifen iſt wagerecht und hochkantſtehend an beiden Enden in Klemmen eingeſpannt, die auf Rollen geſtützt und mit leichten Zugfedern zum Anſpannen des Probeſtreifens verbunden ſind. In der Mitte zwiſchen ihnen, ſenkrecht zum Probeſtreifen, befindet ſich das Falzblech, das den Probeſtreifen in einem Schlitz aufnimmt und zwiſchen zwei nahe an den Probeſtreifen herangerückten Walzenpaaren geführt iſt, die in beſtimmter Entfernung voneinander feſtgeſtellt werden. Beim Hin- und Herziehen des Falzbleches zum Umlegen des Probeſtreifens um die Rollen ſoll deſſen Zugbelaſtung auf 1 kg anſteigen. Die Anzahl der Bewegungen wird durch ein Zählwerk angezeigt, das beim Bruch des Streifens von der Einſpannklaue links im Bilde ſelbſttätig ausgerückt wird. Verſuche von Herzberg [21], welche ſich auf den Einfluß der Falzgeſchwindigkeit, der Zugbelaſtung und Stellung der Rollen erſtreckten, ergaben, daß den obengenannten Handknitterſtufen folgende Falzklaſſen bezw.

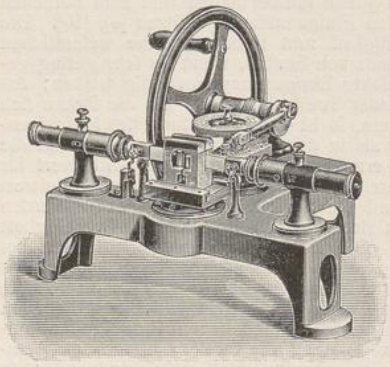


Fig. 1.

Doppelfalzungen entſprechen: 0 = 0 — 2, 1 = 3 — 6, 2 = 7 — 20, 3 = 21 — 40, 4 = 41 — 80, 5 = 81 — 190, 6 = 191 — 1000, 7 = > 1000. Seit dem 1. Januar 1905 iſt die Beſtimmung des Falzwiderſtandes mit dem Schopperſchen Falzer ſtatt der Handknitterung vom preußiſchen Staatsminiſterium eingeführt. Nach den im Materialprüfungsamt geſammelten Erfahrungen [4], [22], [23] reichen in der Regel je fünf Verſuche in beiden Richtungen hin. Die „Beſtimmungen" unterſcheiden nach den Feſtigkeitseigenſchaften ſechs Klaſſen (ſ. die Tabelle).

Klaſſe	Mittelwerte:		
	Reißlänge	Dehnung	Doppelfalzungen
1	6000	4,0	190
2	5000	3,5	190
3	4000	3,0	80
4	3000	2,5	40
5	2000	2,0	20
6	1000	1,5	3

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei den Klaſſen 1—4 dürfen die Verſuchsergebniſſe bis zu 10% von den angegebenen Werten nach unten abweichen.

3. Die **Beſtimmung des Aſchengehaltes** d. h. derjenigen Beſtandteile des Papiers, welche beim Verbrennen der Probe und darauffolgenden Glühen des ſchwarzen Rückſtandes als unverbrennlich zurückbleiben, bezweckt den Nachweis der Füllſtoffe. Zu beachten iſt, daß ein Teil der Aſche, etwa 2%, aus den verarbeiteten Faſerſtoffen und aus der Leimung herſtammen kann und daher nicht als Füllſtoff anzuſehen iſt. — Die Veraſchung erfolgt in einem Platinnetz am beſten über dem Bunſenbrenner mit fächerförmigem Aufſatz oder mit einer kräftigen Spiritusflamme und die Gewichtsbeſtimmung mit Hilfe der Aſchenwagen von Poſt, Schopper oder Reimann. Die beiden erſteren ſind Zeigerwagen (Fig. 2); ſie unterſcheiden ſich dadurch voneinander, daß Poſt das Platinnetz in das Gehänge der Wage legt, ſie auf die Nullſtellung des Zeigers austariert und dann die Papierprobe zur Beſtimmung ihres Gewichtes hinzufügt, alſo auch nach dem Veraſchen das Netz wieder mit der Aſche auf die Wage bringen muß, während Schopper die Probe und ſpäter nur die Aſche in dem austarierten Glaszylinder wiegt und daher von den Gewichtsveränderungen unabhängig iſt, die das Platinnetz ſelbſt beim Veraſchen erleidet [4]. Die Reimannſche Wage iſt eine Subſtitutionswage, bei der die Aſche ebenfalls in ein Glasgefäß gebracht wird. In allen Fällen wird 1 g Papier verwendet. Zur Beſchleunigung der Veraſchung dienen die Vorrichtungen von Schopper [4] und Heyſe [4], [24], die vermehrte Luftzufuhr zur Aſche bewirken. Die Genauigkeit der Aſchenbeſtimmung mit den genannten Wagen beträgt etwa 0,25%. Zur Erzielung größerer Genauigkeit ſind chemiſche Wagen zu verwenden, dann iſt auch der Feuchtigkeitsgehalt des Papieres zu berückſichtigen und eventuell eine Aſchenanalyſe auszuführen [4]. Früher war man wohl allgemein der Anſicht, daß der Aſchengehalt die Dauerhaftigkeit des Papieres beeinträchtigt. Heute iſt dieſe Anſchauung nur noch wenig vertreten, und Herzberg hält ſogar von zwei Papieren mit ſonſt gleichen Eigenſchaften dasjenige mit höherem Aſchengehalt für das qualitativ beſſere, „weil ſeine Herſtellung nur durch Verwendung beſſerer Rohſtoffe und durch beſſere Verarbeitung ermöglicht werden konnte“. Die ſeit 1904 beſtehenden „Beſtimmungen für das von den Staatsbehörden zu verwendende Papier“ enthalten denn auch keine beſchränkenden Vorſchriften mehr für den Aſchengehalt [3].

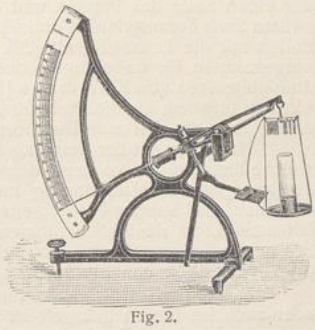


Fig. 2.

4. Die **mikroſkopiſche Unterſuchung** hat die Aufgabe, die Art der verarbeiteten Faſern und, ſoweit dies angeht, deren Mengenverhältnis und Zuſtand feſtzuſtellen. Die Vorbereitung des Probematerials erfolgt, indem kleine Abſchnitte der Bogen zunächſt einige Zeit der Einwirkung 5prozentiger Natronlauge ausgeſetzt und dann etwa eine Viertelſtunde in der ſtark verdünnten Natronlauge gekocht werden, um den Leim und die Stärke zu löſen. Der erhaltene Brei wird dann auf einem feinen Siebe mit Waſſer ausgewaſchen, wobei Faſerverluſte ſorgfältig zu vermeiden ſind, und ſchließlich mit Tariergranaten im Waſſer geſchüttelt, bis die Faſern wie im Ganzſtoff auseinander gehen. Wollhaltige Papiere ſind nur in Waſſer ohne Natronlauge zu kochen, da letztere die Wolle löſt.

Um die Unterſcheidung der verſchiedenen Faſerarten unter dem Mikroſkop zu erleichtern, wird die zur Unterſuchung entnommene geringe Faſermenge gefärbt. Hierzu dient entweder eine Jod-Jodkaliumlöſung (20 ccm Waſſer + 1,15 g Jod + 2 g Jodkalium + 2 ccm Glyzerin) oder nach Herzberg eine Chlorzink-Jodlöſung (Herſtellung ſ. [4]) und nach Höhnel eine ſchwefelſäurehaltige Jodlöſung [25]. Hierbei unterſcheiden ſich nach der Färbung drei Faſergruppen: I. Leinen, Hanf, Baumwolle; II. Holz-, Stroh-, Jutezellſtoff, Eſparto und Manilahanf; III. Holzſchliff, ungebleichte Jute, nicht ganz aufgeſchloſſene Zellſtoffe und Strohſtoff. Die Farben ſind im weſentlichen bei Anwendung der Jod-Jodkaliumlöſung für I. braun, für II. grau bis graubraun, für III. gelb bis gelbbraun; bei Anwendung der Chlorzinklöſung für I. rötlich, für II. bläulich bis blau, für III. gelb. Den Ausſchlag für die Beurteilung der Faſerarten gibt ſtets der anatomiſche Bau, zweckmäßig bei 200facher Vergrößerung [4].

Das Mengenverhältnis der vorhandenen verſchiedenartigen Faſern wird durch Schätzung ermittelt, indem man das mikroſkopiſche Bild mit demjenigen von Stoffen bekannter Zuſammenſetzung vergleicht. Die Genauigkeitsgrenze ſolcher Schätzungen beträgt nach den Unterſuchungen von Herzberg bei gut erhaltenen Faſern etwa 5% [26].

5. Die **qualitative Beſtimmung des Holzſchliffes** im Papier ohne Zuhilfenahme des Mikroſkops beruht auf dem Verhalten verholzter Zellen zu verſchiedenen Reagenzien [4]. Das empfindlichſte unter ihnen iſt nach Wiesner [27] ſalzſaures Phloroglucin (1 g Phloroglucin in 50 ccm Alkohol gelöſt und 25 ccm konzentrierter Salzſäure zugeſetzt). Es ruft Rotfärbung des Holzſchliffes hervor. Daneben werden ſchwefelſaures Anilin (Färbung hellgelb) und Dimethylparaphenylendiamin (Färbung karmoiſinrot) verwendet. Die Verfahren zur Beſtimmung der Mengen des vorhandenen Holzſchliffes ſ. Herzbergs „Papierprüfung“ [4].

6. Die **Unterſuchung der Leimung** bezweckt in erſter Linie die Feſtſtellung, ob das Papier leimfeſt iſt. Hierzu bringt man nach dem Verfahren von Leonhardi [28] Eiſenchloridlöſung mit 1,531% Eiſengehalt auf die Papierprobe, am beſten, indem man mit einer Ziehfeder 1 mm breite Striche dieſer Löſung zieht, ſie eintrocknen läßt und nun auf die Rückſeite des Papiers etwas ätheriſche Tanninlöſung gießt. Bei ſchlecht geleimtem Papier dringt die Eiſenlöſung durch das Papier und die Striche färben ſich unter der Einwirkung des Tannin ſchwarz. Poſt betropft das Papier aus einer Pipette mit etwa 0,03 g ſchweren Tropfen Eiſenlöſung aus 10 cm

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Höhe, läßt den Tropfen so viel Sekunden einziehen, als ein Quadratmeter des Papiers Gramm wiegt, saugt den Rest der Lösung mit Fließpapier ab, läßt trocknen und bestreicht die Probe auf der Rückseite mit der Tanninlösung. Herzberg [4] empfiehlt statt der ätherischen eine wässerige Tanninlösung, weil erstere ein Lösungsmittel für Harz ist. Schluttig und Neumann lassen unter Verwendung eines besonderen dachartigen Gestells die Eisenlösung in drei Tropfen auf der einen Seite des Papiers und drei Tropfen wässeriger Tanninlösung senkrecht dazu auf der andern Seite herunterlaufen und schließen nach dem Verlauf der Schwarzfärbung an den Kreuzungsstellen auf die Leimfestigkeit [29]. Herzberg bezeichnet Schreibversuche mit Tinte neben den vorgenannten für unbedingt notwendig [4]. Weitere Verfahren zur Bestimmung der Leimfestigkeit sind diejenigen von Kollmann [30], [4] und Teclu [31], [4]. Die Luftfeuchtigkeit beeinflußt den Versuch insofern, als die Probeflüssigkeit bei trockener Luft schneller verdunstet, ihre Einwirkungsdauer, d. h. die Zeit zum Durchdringen des Papiers, daher geringer ist als bei feuchter Luft.

Nach der Art der Leimung unterscheidet man tierische und Harzleimung. Zur Feststellung, welche Leimungsart vorliegt, dient eine große Reihe chemischer Untersuchungsverfahren [4]. Im übrigen gibt sich Harzleimung nach dem sehr einfachen Verfahren von Herzberg darin zu erkennen, daß auf das Papier getropfter Aether nach dem Verdunsten einen besonders im durchfallenden Licht deutlich sichtbaren Harzrand hinterläßt [35]. Zusatz von Stärke zum Leim läßt sich mit Jodlösung, die bis zur hellgelben Färbung verdünnt ist, nachweisen. Sie färbt das Papier bei Anwesenheit von Stärke blau.

7. Die **Radierfähigkeit,** im wesentlichen davon abhängig, ob das Papier nur oberflächlich oder auch im Innern gut geleimt ist, wird durch Radieren und Wiederbeschreiben erprobt.

8. Die **Saugfähigkeit von Löschpapier** wird ermittelt, indem man Probestreifen beliebiger Breite, senkrecht hängend, etwa 5—10 mm tief in Wasser eintauchen läßt und bestimmt, wie hoch das Wasser innerhalb 10 Minuten angesaugt wird [4], [32], [33]. Die Saughöhe schwankt zwischen 15 und 160 mm und mehr. Im allgemeinen nimmt mit wachsender Saughöhe die Festigkeit ab. Da nun auch von Löschpapier eine gewisse Festigkeit verlangt werden muß, so empfiehlt Herzberg [4], sich mit Saughöhen von 100 mm zu begnügen und dabei möglichst hohe Festigkeit anzustreben, um dauerhaftes und nicht faserndes Löschpapier zu erzielen. Weitere Prüfungsverfahren sind: a) das von Favier [4] unter Bestimmung der Sauggeschwindigkeit $S = M : Z$ aus der Zeit Z und der Wassermenge M, die erforderlich sind, um bei Zufluß des Wassers unter dem Druck von 5 mm Säule eine Fläche von 1 qdm zu durchdringen; b) das Verfahren von Beadle und Stevens [4], [34], bei dem 1 ccm Tinte auf das Papier gebracht und an dem eingetrockneten Klecks durch Ziehen eines Striches quer durch letzteren die Breite des Randes bestimmt wird, der keine Tinte mehr auffaugt. Nach Versuchen von Herzberg [4] ist diese Breite von der verwendeten Tinte abhängig und ohne bestimmten Zusammenhang mit der Saughöhe.

9. An **Filtrierpapieren** sind neben dem Aschengehalt festzustellen: a) die Filtrierfähigkeit. Hierzu dient der Apparat von Herzberg [4], mit dem die Zeit bestimmt wird, innerhalb welcher 100 ccm Wasser unter 50 mm Druckhöhe durch 10 qcm Fläche des Papiers durchtritt; b) die Scheidungsfähigkeit durch Filtrieren von kalter und heißer Baryumchloridlösung [4].

An weiteren Untersuchungen mögen unter Hinweis auf Herzberg, „Papierprüfung" [4], erwähnt sein: die Bestimmung der Fettdichtigkeit von Pergament- und Pergamynpapier, der Nachweis von Chlor und freier Säure sowie metallschädlicher Bestandteile, das Vergilben und die Feststellung der Ursachen von Flecken im Papier.

Literatur: [1] Mitteil. aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1886, S. 89. — [2] Ebend. 1892, S. 1. — [3] Ebend. 1903, S. 211. — [4] Herzberg, Papierprüfung, Berlin 1907. — [5] Zivilingenieur 1879, S. 585. — [6] Mitteil. aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1885, S. 4. — [7] Rudeloff, Hilfsmittel und Verfahren der Materialprüfung, Leipzig 1886, S. 132. — [8] Zugfestigkeitsprüfer für Papier, Gespinste u. dergl., Dinglers Polyt. Journ. 1889, Bd. 273, S. 163. — [9] Mitteil. aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1891, S. 75. — [10] Ebend. 1885, S. 3. — [11] Ebend. 1893, S. 68. — [12] Ebend. 1900, S. 133. — [13] Ebend. 1895, S. 43. — [14] Ebend. 1899, S. 57. — [15] Wochenbl. für Papierfabrikation 1894, Nr. 8 und 9, und 1895, Nr. 20 und 22. — [16] Papierztg. 1896, Nr. 66—87. — [17] Mitteil. des Technologischen Gewerbemuseums zu Wien 1897, S. 1. — [18] Rigaer Industrieztg. 1898, Nr. 21—23. — [19] Papierztg. 1898, Nr. 30, 58 und 59. — [20] Ebend. 1897, Nr. 56. — [21] Mitteil. aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1901, S. 161. — [22] Ebend. 1905, S. 71. — [23] Ebend. 1907, S. 28. — [24] Wochenblatt für Papierfabrikation 1899, S. 239. — [25] Mitteil. des Technologischen Gewerbemuseums zu Wien 1889, S. 6. — [26] Mitteil. aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1892, S. 7. — [27] Dinglers Polyt. Journ. 1878, Bd. 227, S. 397. — [28] Papierztg. 1884, S. 625. — [29] Ebend. 1891, S. 1532. — [30] Zentralbl. für die österr.-ungar. Papierindustrie 1906, S. 681. — [31] Dinglers Polyt. Journ. 1901, S. 387. — [32] Klemm, Handbuch der Papierkunde 1904, S. 286. — [33] Papierztg. 1904, Nr. 73. — [34] Ebend. 1904, Nr. 104, und Wochenbl. für Papierfabrikation 1905, Nr. 3. — [35] Mitteil. aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1892, S. 80.

Rudeloff.

Papierräder sind in der Eisenbahnwagenfabrikation angewendete Scheibenräder, deren Scheiben aus stark gepreßtem Papier bestehen, das an beiden Seiten durch Eisenbleche eingeschlossen ist. Solche Räder sind bisher nur in geringem Umfange in Anwendung gekommen.

Kraft.

Papierröhren, namentlich zur Umhüllung von Dampfröhren und bei Kältemaschinen, auch zum Isolieren, bestehen aus Papier, Pappe und Papiermasse.

Aus Papier findet die Erzeugung gewöhnlich durch spiralförmiges Aufwickeln von Papierstreifen auf einen expandierbaren Dorn so statt, daß sich Windung genau an Windung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

legt. Es werden mindeſtens drei ſolche Streifen übereinander gewickelt, von welchen nur der mittlere mit Klebſtoff verſehen iſt. In ähnlicher Weiſe erhält man Röhren, wenn man eine der Röhrenlänge entſprechend breite Papierbahn durch Aſphalt oder flüſſigen Steinkohlenteer hindurchzieht und auf einen Dorn aufwickelt. Dieſe Röhren werden ſodann auf einer mit Sand beſtreuten Tafel gewälzt und mit einem dicken Aſphalt- oder Teeranſtrich verſehen. Aus Pappe werden Röhren in ähnlicher Weiſe wie Blechröhren in einer Biegemaſchine hergeſtellt, die der Blechbiegemaſchine vollkommen gleicht. Die Kanten der ſo gebogenen Pappetafel werden abgeſchrägt, übereinander gelegt und durch ein Klebmittel verbunden. Die Herſtellung aus Papiermaſſe wird entweder durch Einpreſſen dieſer in eine Röhrenform oder durch Uebereinanderwickeln dünner Papiermaſſeſchichten bewirkt.

Literatur: Papierztg. 1893, S. 2594; Dinglers Polyt. Journ., Bd. 286, S. 154. *Kraft.*

Papierſäcke, -düten oder -beutel, welche in den Kaufläden in großen Mengen zur Verpackung und Umhüllung pulverförmiger oder kleindimenſionierter Gegenſtände oder Produkte in Verwendung kommen, werden meiſt aus einem minderwertigen, aber doch feſten, widerſtandsfähigen, naturfarbigen oder gefärbten Papier entweder durch Hand- oder durch Maſchinenarbeit hergeſtellt.

Da es ſich hierbei immer um die Bildung eines an einer Stelle offenen, an allen andern Seiten geſchloſſenen Hohlraumes handelt, der durch Zuſammenfalten des Papiers und Verkleben an den Kanten zur Ausführung kommt, werden die hierzu notwendigen Papierblätter in der entſprechenden Form und Dimenſion mit den Verklebungslappen aus einem Stoß von Papierbogen in größerer Anzahl gleichzeitig mittels einer Papierſchneidmaſchine — Dütenſchneidmaſchine — ausgeſchnitten, entſprechend zuſammengebogen, an den Verklebungslappen mit Klebeſtoff beſtrichen und zuſammengeklebt. — Bei der Herſtellung durch Maſchinen wird entweder ebenfalls in dieſer Weiſe vorgegangen und die ſchon entſprechend vorgeſchnittenen Papierblätter werden in der Maſchine gefaltet, an den Lappen mit Klebeſtoff verſehen und ſchließlich verklebt, oder das Papier wird in Rollenform in die Maſchine gebracht, von dieſer ununterbrochen abgewickelt, an einer Kante fortlaufend mit einem Streifen Klebeſtoff bedruckt, zu einem Schlauch ſo gefaltet, daß der mit Klebeſtoff verſehene Rand unter den andern zu liegen kommt, während des Durchlaufens durch ein Walzenpaar verklebt, dann erſt ſo abgeſchnitten, daß ein Bodenlappen entſteht und dieſer dann durch Falten, Beſtreichen mit Klebeſtoff, Umbiegen und Aufdrücken zum Schließen gebracht. — Die Fabrikation hat ſich namentlich im Maſchinendetail weiter vervollkommnet. Düten-, Falz-, Druck- und Klebemaſchinen liefern die Aktiengeſellſchaft für Kartonnageinduſtrie in Dresden; Tellſchow, Berlin; Jepſen, Flensburg; Fiſcher, Elberfeld u. ſ. w. S. a. Kreuzbodenbeutel.

Literatur: Thümmes, Fabrikation v. Maſchinendüten, Papierztg. 1906, S. 3116. *Kraft.*

Papierſchiefer (Schieferpappe), ſ. Pappeſorten.

Papierſchirting (Papirolin), eine Verbindung von Papier mit einem großmaſchigen Baumwollgewebe; ſ. Papierſorten. *Kraft.*

Papierſchneidmaſchine, ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 817, und Buchbindereimaſchinen.

Papierſchreibtafeln, ſteife Papierblätter (meiſt gelblich oder ſchwarz) mit einem Ueberzug entſprechend gemiſchter Chemikalien, u. a. aus Kali- oder Natronwaſſerglas, dem zur Behebung der Sprödigkeit ſtearinſaures Natron oder Seife, eine Kleiſter- oder Gelatinelöſung zugeſetzt wird. Es können auch ammoniakaliſche Schellacklöſungen mit oder ohne Waſſerglas u. ſ. w. verwendet werden; vgl. a. Papierſorten, Schiefertafeln, künſtliche. *Kraft.*

Papierſorten werden nach dem Lande der Erzeugung, nach der Art der Verwendung, nach hervorragenden Eigenſchaften, nach der Aehnlichkeit mit andern Stoffen und Produkten, nach dem Rohmaterial, aus dem ſie beſtehen, nach dem Stoff oder Material, mit dem ſie verbunden ſind, nach der Herſtellungsweiſe, nach beſonderen, daran haftenden Merkmalen u. ſ. w. benannt. Von den nach dem Lande der Erzeugung benannten Papieren ſind als wichtig nur das chineſiſche und das japaniſche Papier hervorzuheben.

Das chineſiſche Papier, das ſich, ſowie das japaniſche, durch große Feſtigkeit, Feinheit, geringes Gewicht, zarten Griff u. ſ. w. auszeichnet, wird meiſt aus Pflanzenfaſern unmittelbar und höchſt ſelten aus Hadern erzeugt. Als Rohmaterial werden hauptſächlich die Faſern des Bambusrohres, aber auch die des Hanf-, Weizen- und Reisſtrohes, die Baſtfaſern des Papiermaulbeerbaumes verwendet. Die Bambusſchößlinge werden zerſchnitten und in eine Grube in Lagen abwechſelnd mit Kalkſchichten gelegt und die Grube mit Waſſer gefüllt. Hierauf folgt ein Klopfen mit eiſernen Schlägeln und Abziehen der grünen Rinde, ein Trocknen und Bleichen an der Sonne; dann nochmalige Behandlung mit Kalk, worauf das Material einem Gärungsprozeß überlaſſen wird. Nun folgt ein zweimaliges Kochen mit Kalk, dann mit Aſchenlauge, ſodann ein Spülen. Das durch dieſe Prozeſſe von der Pflanzenleimſubſtanz befreite Faſermaterial wird nun durch Stampfen in Mörſern zerkleinert, bis ein dickflüſſiger Brei entſteht, der in eine hölzerne Bütte gebracht und mit Handformen aus dieſer zu Bogen geſchöpft wird. Das Sieb der Formen iſt nicht aus Metalldraht, ſondern aus mit Oel getränkten Bambusfäden hergeſtellt, die durch rohe Seide auf die Stege niedergebunden werden. Große Formen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden an Schnüren hängend bewegt. Der so geschöpfte Papierbogen wird nicht auf einen Filz, sondern auf die mit Gips- oder sonstigem feinem Verputz versehene schiefe Fläche eines geheizten Ofens gelegt und dadurch gleichzeitig getrocknet. Diese Bogen werden schließlich, übereinander gelegt, einer starken Pressung ausgesetzt. Ein Leimen des Papiers findet nicht statt.

Das japanische Papier wird meist aus den Bastfasern der Mitsumata-, Kodsu- und Gampipflanze hergestellt. Die 4—5 Fuß hohen Pflanzen werden im Februar abgeschnitten und gleich darauf an Ort und Stelle in einem mit Wasser gefüllten, gedeckten Kessel, der von unten geheizt wird, 4 Stunden einem Dämpfprozeß ausgesetzt, worauf das Abziehen des Bastes vom Holz durch Abreißen mit der Hand — also durch Pellen — erfolgt. Dieser Bast wird in fließendes Wasser gelegt, nach diesem Einweichen die grüne, noch vorhandene Rinde abgeschabt und hierauf ein Kochen mit Soda zur Durchführung gebracht. Der so behandelte und gut gespülte Bast wird nun durch Schlagen mit Keulen aus hartem Holz auf einer harten Tischplatte in Faserstoff, Ganzzeug verwandelt, welches nach dem Bleichen mit Chlorkalk in hölzernen, mit einer gitterförmigen Rührvorrichtung versehenen Trögen und nach dem Spülen in fließendem Wasser in die Bütte gebracht und aus dieser mittels Handformen zu Bogen geschöpft wird. Das Leimen findet mit einem Extrakt der sogenannten Tororowurzel statt. Die oft große Form wird an zwei Handhaben erfaßt und nicht in eine schüttelnde, sondern schwingende Bewegung versetzt. Das Schöpfen wird bei einem Bogen oft zwei- bis dreimal durchgeführt, um das Zeug nicht zu dick verwenden zu müssen. Derselbe Arbeiter, der das Schöpfen vollführt, gautscht nun auch den soeben hergestellten Papierbogen auf einer hölzernen Gautschplatte ab. Auf diesen Bogen wird der zweite, auf diesen der dritte Bogen u. s. w. abgelegt, ohne eine Filzplatte dazwischen zu legen. Der so entstehende Pausch wird zwischen Brettern eingeschlossen in die Presse gebracht und entwässert, worauf das Abziehen der einzelnen Bogen, das Auflegen derselben und Aufstreichen mittels Bürsten auf glatte Trockenbretter und schließlich das Trocknen in der Sonne oder in einer Trockenkammer, ein nochmaliges Pressen, sodann ein Beschneiden und Verpacken folgt.

Nach Art ihrer Verwendung sind am wichtigsten die **Schreibpapiere,** im allgemeinen in gerippte und Velinpapiere geschieden, von welchen die ersteren auf einer aus dünnen, parallel gelegten Messingstäben, die letzteren auf einer aus feinem Drahtgewebe bestehenden Form hergestellt werden. — Die Schreibpapiere werden eingeteilt in: Konzeptpapiere, als die geringste Gattung; Kanzleipapier, eine etwas bessere Sorte; Postpapier, zu den besten Sorten zählend; Velinschreibpapier, Dokumentenpapier, die beste und festeste Sorte, und Notenpapier, besonders dick. Die Schreibpapiere sollen glatt, gut geleimt, nicht zu dünn und ausschließlich aus Hadern, mit Ausschluß von Holzschliff, hergestellt sein. Besondere Anforderungen werden an Brief- und Dokumentenpapiere gestellt. Von den letzteren verlangt man besonders lange Dauer und große Festigkeit, was nur bei einem geringen Aschengehalt und guter Leimung, bestes Rohmaterial vorausgesetzt, zu erreichen ist. Das Briefpapier soll nicht zu schwer und bei überseeischem Transport genügend widerstandsfähig sein.

Die **Druckpapiere** weisen die mannigfaltigsten Sorten auf, gehören aber in der Mehrzahl den geringsten Gattungen an. Sie werden geleimt und ungeleimt erzeugt und eingeteilt in: Konzeptdruckpapier, als mindeste Sorte; Kanzleidruck, Mittelsorte; Postdruck, gewöhnlich gerippt; Velindruck, beste Sorte in sehr verschiedener Feinheit; Notendruck, besonders stark; Kupferdruck, stark, stets Velin. Sie werden auch geschieden in Text- und Illustrationsdruckpapiere, von welchen die ersteren, namentlich die Zeitungsdruckpapiere, zu den geringsten Sorten zählen und gewöhnlich in großen Prozentteilen Holzschliff enthalten. Obwohl auch bei Druck besser verlegter Bücher gutes Papier in Verwendung kommt, versteht man unter Bücherpapier gewöhnlich nur das zu den Geschäftsbüchern verwendete bessere Papier, das hier gewissermaßen die Rolle eines Dokumentenpapieres spielt und keinen Holzschliff aufweisen darf. Die meisten Druckpapiere werden aus Baumwollfasern mit Zusatz von Cellulose hergestellt, oft nur wenig geleimt, viele auch unsatiniert bedruckt, weil die harte, satinierte Fläche das Letternmaterial sehr stark abnutzt.

Feine Kupferdruckpapiere werden ausschließlich aus Baumwollfasern erzeugt, da das Papier vor dem Druck gefeuchtet und dabei weich werden soll. Da diese Weichheit bei chinesischem und japanischem Papier in hohem Grade vorhanden ist, wurde und wird dasselbe sehr stark für Kupfer- und sonstigen Illustrationsdruck verwendet. In neuerer Zeit wird das Illustrationspapier so hergestellt, daß man auf beiden Seiten des Papiers Niederschläge aus unlöslichen Metallsalzen erzeugt, wodurch die Poren geschlossen und durch die Satinierung eine glatte Oberfläche erhalten wird. Man zieht zu diesem Behufe das Papier durch ein Bad von Alaun, schwefelsaurer Tonerde, Glaubersalz, phosphorsauerm Natron u. s. w., dann durch eine Lösung von Chlorbaryum, Soda, Chlorcalcium u. dergl.; dabei schlägt sich schwefelsaurer Baryt, Tonerdehydrat, schwefel- oder phosphorsaurer Kalk nieder. Durch das folgende Waschen werden die löslichen Metallsalze entfernt. Diese Niederschläge können auch gefärbt werden. Die durch das Entstehen zahlreicher illustrierter Zeitschriften bedungene massenhafte Verwendung von Illustrationsdruckpapier hat zur Verwendung des Holzschliffes in großem Maßstabe geführt, wodurch dasselbe in seiner Qualität litt; auch Füllstoffe werden oft in außerordentlichen Mengen, bis zu 35 %, in Anwendung gebracht. Solche Papiere werden auch mit einer aus Kaseinlösung bestehenden Streichmasse auf einer Bürstenstreichmaschine bestrichen, welcher Masse Borax, Bariumsulfat, Wachs, Paraffin zugesetzt wurde. Die wichtigste Arbeit ist das Glätten. — Zu den Illustrationspapieren gehört selbstverständlich auch das sogenannte lithographische Papier. In vielen Fällen werden diese Papiere mit einer Mischung von Bleiweiß oder Kreide mit Wasser, Hausenblase und Gummi bestrichen, weshalb sie auch Kreidepapiere genannt werden. Das Affichenpapier ist ein leichtes, den Prospekt- und Umschlagpapieren verwandtes Material, das manchmal aus sogenanntem Naturpapier, d. h. aus von gefärbten

Hadern hergeſtelltem Papier, beſteht, meiſt aber im Stoffe gefärbt wird, holzſchliffhaltig iſt und zu den geringſten Papierſorten zählt.

Die **Zeichen-, Aquarell- und Paſtellpapiere** werden bald mit glatter, dann wieder mit ſehr rauher Oberfläche verlangt. Sie werden aus Leinenhadern, höchſtens mit etwas Zuſatz von Celluloſe, hergeſtellt und oft mit tieriſcher Leimung verſehen. Für Bau-, Maſchinen- und Werkſtättenzeichnungen muß das Papier eine hohe Feſtigkeit aufweiſen. Das die Rauheiten bildende Korn wird durch eine Prägung mit entſprechend gravierten Walzen hergeſtellt, ſo auch bei dem ſogenannten Pyramidenkornpapier, das bei ſeiner feinſten Qualität 2500, bei der mittleren 1500 regelmäßige, abgeſtumpft pyramidiſche Erhöhungen zeigt.

Die **Aktien-, Banknoten-, Wertzeichen- und Urkundenpapiere** werden auch häufig als Sicherheitspapiere bezeichnet, weil man dieſelben ſo herzuſtellen ſucht, daß ſie eine genügende Sicherheit gegen Verfälſchung bieten. Es handelt ſich bei den Verfälſchungen entweder um eine Aenderung von Schriftzügen, etwa mit Tinte geſchriebener Summen oder um die Nachahmung einer Zeichnung, wie bei den Papiergeldſorten. Die Mittel, die dagegen in Anwendung gebracht werden, ſind ſehr mannigfaltiger Natur. Man färbt das Papier mit Farbſtoffen, welche ſich beim Auflöſen oder Wegbeizen der Schriftzüge verändern; man gautſcht drei Papierblätter übereinander, von welchen das mittlere farbig iſt und deſſen Farbe durch Aetzmittel verändert wird oder das beim Radieren zum Vorſchein kommt, oder man miſcht das Papierzeug mit Stoffen, die an der Stelle, wo ein Aetzen oder Beizen verſucht wird, ſofort eine Farbenänderung hervorbringen, auch bedruckt man das Papier mit farbigen Schriftzügen, die durch die Einwirkung von Säuren und Beizen zerſtört werden. Das Verfälſchen durch Zeichnen ſucht man durch Komplikation der Zeichnung, durch die Anwendung verſchiedener farbiger Ueberdrucke u. ſ. w. zu erſchweren. Doch gaben alle dieſe Beſtrebungen bisher kein befriedigendes Reſultat, da namentlich die Photographie die Nachahmung weſentlich erleichtert. Die beſten Erfolge wies bisher das Papier mit lokalifierten Faſern auf, das dem Papierfabrikanten J. M. Wilcox in Amerika patentiert wurde und zurzeit bei der Herſtellung der deutſchen Reichskaſſenſcheine ſowie Banknoten verwendet wird. Das Papier wird in der Weiſe erzeugt, daß auf die ſich eben bildende Papierbahn in der Maſchine aus über der Langform angeordneten Röhrchen ein Regen blauer, mit blauem Papierſtoff gemiſchter Faſern auffällt, wodurch ſich im Papier blaue Streifen bilden, in welchen längere blaue Faſern regellos gebettet ſind, die mit einer Nadel leicht vom fertigen Papier losgelöſt werden können. Das Nachmachen dieſer Faſern iſt auf Hand- oder Büttenpapier nicht leicht durchführbar; eine Papiermaſchine ſamt dem zugehörigen Bedienungsperſonale aber ſteht den Fälſchern nicht leicht zur Verfügung. Laſſen ſich dieſe Faſern aus einem Stück nicht loslöſen, ſo iſt der Schein gefälſcht. In England und andern Staaten wird das Geldpapier noch ausſchließlich als Handpapier hergeſtellt, obwohl die Erzeugung auf der Maſchine beſſere Gewähr gegen Fälſchungen bietet. — Das Geld- ſowie das Wertzeichen- und Aktienpapier wird aus beſten Leinenfaſern erzeugt, mit Waſſerzeichen verſehen und tieriſch geleimt.

Das **Löſch- oder Fließpapier** ſowie das **Filtrierpapier** wird hauptſächlich aus weißen Baumwollhadern in der Weiſe hergeſtellt, daß ſeine Saugfähigkeit nicht geſchwächt wird. Man erreicht dies durch Umgehung der Leimung und auch durch Aufrauhen des Papiers in beſonderen Rauhmaſchinen. Die eigentliche Saugfähigkeit wird durch einen eigenartigen Mahlprozeß im Ganzſtoffholländer erreicht. Das Löſchpapier darf auch in den verſchiedenen Preſſen der Maſchine keinem zu großen Druck ausgeſetzt werden, um die Poren nicht zu verkleinern. Zur Erzielung der jetzt ſo beliebten roſaroten Farbe werden rote Tuch- oder Kattunabfälle verwendet. Vielen Löſchpapieren wird ein poröſes Ausſehen dadurch erteilt, daß dieſelben mit einem Metallſieb oder einem großmaſchigen Gewebe einer ſtarken Preſſung ausgeſetzt werden. — Als Rohmaterial werden Hadern, Laubholz-, Stroh- und Eſpartozellſtoff verwendet. — Das Filtrierpapier muß vor allem vollkommen rein und von ſehr geringem Aſchengehalt ſein. Es wird aus ganz reinen, weißen Baumwollhadern hergeſtellt. Das Halbzeug wird mehrmals mit Salz- und Flußſäure behandelt, um die in den Faſern enthaltenen Mineralſtoffe zu entfernen und dadurch den Aſchengehalt zu vermindern. Das Papier wird geſchöpft und im Freien behufs Ausfrierens aufgehangen. Durch das zwiſchen den Faſern ſich bildende Eis ſollen dieſelben auseinander getrieben und das Papier ſaugfähiger, durchläſſiger werden. Das Fabrikwaſſer muß ebenfalls von beſonderer Reinheit ſein. Neuerer Zeit werden dieſe Papiere auch aus Wollſtoff und Zellſtoff hergeſtellt.

Die **Kopierpapiere** laſſen ſich in zwei Hauptgruppen teilen: in die durchſcheinenden, hauptſächlich zum Kopieren von Zeichnungen dienenden Paus- und in die zur Vervielfältigung verwendeten eigentlichen Kopierpapiere. — Die erſteren, auch Kalkier-, Oel-, Stroh-, Firnispapier genannt, werden entweder aus Flachs, Werg oder Stroh ſo dünn erzeugt, daß ſie unmittelbar durchſcheinend ſind, oder aus gewöhnlichem Velinpapier hergeſtellt, das durch Behandlung mit Baum-, Nuß-, Mohn- oder Mandelöl oder mit verſchiedenen Firniſſen durchſcheinend gemacht wird. Sehr dünnes Pergamentpapier iſt genügend durchſcheinend und kann direkt als Pauspapier verwendet werden. — Die zum Kopieren der Briefe gebrauchten Kopierpapiere ſind oft ganz gewöhnliche, meiſt aber präparierte ſeidenpapierartige Fabrikate, die die mit Kopiertinte geſchriebenen Schriftzüge ohne weiteres, d. h. nachdem ſie etwas angefeuchtet ſind, mit genügender Genauigkeit wiedergeben. Von denſelben iſt das Stout Buff genannte engliſche Kopierpapier eines der beſten. Ein ebenfalls häufig verwendetes Kopierpapier wird in der Weiſe hergeſtellt, daß man Indigokarmin, Ultramarin oder Elfenbeinſchwarz im fein gepulverten Zuſtande mit grüner Seife mengt und mit dieſer Miſchung ein feſtes, aber dünnes Papier mittels einer ſteifen Bürſte einreibt. Legt man dieſes Papier mit der beſtrichenen Seite auf ein weißes Blatt Papier, darauf ein zweites und ſchreibt oder zeichnet auf dieſem letzteren, ſo erhält man eine genügend genaue Kopie. Wird das Papier mit Graphit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eingerieben, ſo erhält man das ganz ähnlich wirkende Graphitpapier. Als Rohmaterial wird Hanf-, Leinen- und Baumwollſtoff, aber auch für einige Sorten Natronzellſtoff verwendet. Um mit Anilinfarbe hergeſtellte Schrift gut kopieren zu können, wird das Papier mit einer Gerbſäurelöſung oder kohlenſauerm Ammoniak behandelt.

Von dem **Pack- und Umſchlagpapier** fordert man namentlich Feſtigkeit und Biegſamkeit. Es wird in allen denkbaren Stärken fabriziert und meiſt eingeteilt in rotes Packpapier aus roten Hadern; braunes Packpapier aus Stricken, Werg, Tauen und braunem Holzſchliff; gelbes Packpapier aus Stroh; blaues Packpapier, blau gefärbt oder aus blauen Hadern erzeugt. Früher erzeugtes weißes Packpapier von kleinerem Formate, das aus Wolle und Baumwollfaſern beſteht, wurde auch als Schrenzpapier bezeichnet. Außer den genannten Rohmaterialien werden noch Manilahanf (Manilapapier), Sulfitcellulоſe, Jute und auch gewöhnlicher Holzſchliff verwendet. Bei Herſtellung der groben Packpapiere wird die Zerfaſerung nicht ſo weit getrieben wie bei andern Papierſorten. Für das Strohpackpapier wird das Stroh entweder in ganzer Länge mit Kalkmilch in Gruben oder Bottichen mehrere Tage lang eingeweicht oder einige Stunden gekocht, dann in der Kollermühle zerquetſcht, oder man ſchneidet es auf einer Häckſelmaſchine, kocht das Gehäckſel 4—5 Stunden unter Dampfdruck mit Kalkmilch, kollert hierauf und vollendet die Zerfaſerung durch kurze Behandlung im Holländer. Die hier zur Anwendung gebrachten Papiermaſchinen dürfen nicht ſo koſtſpielig ſein wie die für beſſeres Papier und kürzen den Prozeß ab. Das Sieb, die Langform, kann kürzer genommen werden, da ſich der Rohſtoff leichter entwäſſert; aus demſelben Grunde begnügt man ſich mit einem Naßfilz, einer Naßpreſſe, worauf die Papierbahn einen Trockenzylinder paſſiert, um darauf zerſchnitten und aufgewickelt zu werden. — Zu den Packpapieren gehören auch die ſogenannten konſervierenden Papiere, deren Aufgabe es iſt, die verpackten Gegenſtände gegen ſchädliche Einwirkungen zu ſchützen. — Das Packpapier für Metallwaren (auch als Roſtpapier und bei der Verpackung von Nadeln als Nadelpapier bezeichnet) wird häufig aus alten, geteerten Schiffstauen hergeſtellt, indem dieſe auf einer Tauenſchneidmaſchine zerſchnitten, durch Schütteln aufgelöſt, mit Aetznatron oder Kalk gekocht, dann im Holländer unter Zugabe von Teer gemahlen und ſchließlich auf einer kurzen Maſchine zu Papier verarbeitet werden, das auch Teerpapier, Goudronné, genannt wird und die damit verpackten Gegenſtände gegen den Zutritt von Feuchtigkeit ſchützt. Das zum Verpacken der Näh-, Strick- und Stecknadeln verwendete ſogenannte Nadelpapier wird mit Blauholz gefärbt, mit Leim ohne Alaun geleimt oder in der Maſſe mit gepulvertem Reißblei gemiſcht. In neueſter Zeit werden Papiere erzeugt, aus deren Ueberzug ſich leichtflüchtige Kohlenwaſſerſtoffe entwickeln, die ſich auf die kälteren Metallgegenſtände niederſchlagen, auf dieſen einen farbloſen Ueberzug bilden und dadurch ſelbſt bei hinzutretender Feuchtigkeit gegen Roſt ſchützen. Der Ueberzug beſteht aus einer Löſung von leichtflüchtigen Kohlenwaſſerſtoffen, wie Petroleumäther, Naphtha in ſchwerflüchtigen Mineralölen. — Hierher gehört ferner das ſogenannte galvaniſche Papier, ein mit einer Miſchung von gepulvertem Zink in Gummi oder Steinkohlenteeröl beſtrichenes Papier, das ein Roſten durch den bei der Berührung von Eiſen und Zink entſtehenden galvaniſchen Strom verhindern ſoll. — Das Wachspapier, durch welches nicht nur verpackte Gegenſtände gegen Feuchtigkeit, ſondern auch feucht zu erhaltende Gegenſtände gegen Austrocknen geſchützt werden ſollen, wird entweder dadurch hergeſtellt, daß ein nicht geleimtes Papier durch flüſſiges Wachs hindurchgezogen oder bloß mit einer Miſchung von Firnis und Leim und darüber noch mit Leinölfirnis beſtrichen wird. Das ſogenannte Wachstuchpapier oder auch Papiertuch beſteht aus einem großmaſchigen Gewebe von Hanf oder Baumwolle, das an beiden Seiten mit dünnem, aber feſtem Papier mittels Kleiſters beklebt und ſodann an einer Seite mit Oelfarbe angeſtrichen iſt. Aehnliche Wirkung hat das Paraffinpapier, das entweder durch Aufſchmelzen von Paraffin oder durch Hindurchziehen durch eine Löſung dieſes Materials in Benzin, Terpentinöl oder Petroleum hergeſtellt wird. Das zum Verpacken von Silberwaren verwendete Konſervierpapier (Silberpapier) wird mit einer Löſung von Zink- oder Bleioxyd in Aetznatron, Kali oder Ammoniak imprägniert. Dadurch werden Kohlenwaſſerſtoffe und Säuren gebunden. Zum Verpacken von Silberſachen wird auch das Zink-, Zinkweiß-, das Blei- und Bleiweißpapier verwendet. Die erſteren ſind entweder mit dem betreffenden Pulver beſtreut oder dasſelbe wird dem Stoff beigemengt. Das Bleiweißpapier wird durch Beſtreuen mit Bleiweiß oder ſo erzeugt, daß man ungeleimtes Papier mit Bleizucker, dann mit Soda befeuchtet, wodurch ſich eſſigſaures Natron und kohlenſaures Bleioxyd bilden, welch letzteres namentlich den Schwefelwaſſerſtoff zu binden vermag. Zum konſervierenden Verpacken leichtverderblicher Eßwaren, wie Butter, Fleiſch, Obſt, Milch, wird häufig das ſogenannte Salizylpapier, ein mit einer Miſchung von Salizylſäure, Waſſer, Glauberſalz, Borax und Glyzerin getränktes und ſpeziell für Butter ein mit einer Miſchung von Kochſalz, Salpeter und Eiweiß geſättigtes Löſch- oder Filtrierpapier verwendet. Das Zuckerpapier, zur Verpackung der Zuckerhüte, beſteht aus einem ſtarken, meiſt blau, aber auch anders gefärbten Papier, das oft außerordentlich viel Tonerde enthält, die häufig als Zucker verwogen und verkauft wurde. Auch das zum Auslegen der Würfelzuckerkiſten verwendete blaue Papier wird mit demſelben Namen belegt. Auch zum Verpacken des Zichorienkaffees wird meiſt ein ganz beſtimmtes, aus blauen Hadern erzeugtes oder auch blaugefärbtes ſogenanntes Zichorienpapier verwendet.

Zu den nach ihrer Verwendung benannten Papieren gehört ferner das **Zigarettenpapier,** von dem verlangt wird, daß es nicht riecht, daß es wenig und nur weiße Aſche gibt und daß es trotz geringer Maſſe ſo feſt ſei, um bei Befeuchtung nicht gleich ganz aufzuweichen. Das Papier muß vor allem langfaſerig ſein und wird deshalb aus Hanf- und Leinenfaſern, namentlich aus Stricken und Netzen erzeugt; dieſe werden mit Kalk in Soda gekocht, gemahlen und auf der Langſiebmaſchine zu Papier verarbeitet. Um ein Fortglimmen des Papiers bei weggelegter Zigarette zu erreichen, wird dem Papierſtoff Magneſiumkarbonat

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zugeſetzt, wodurch das Papier luftdurchläſſig zu werden ſcheint. In Amerika wurden zur Herſtellung dieſes Papiers Tabakſtengel verwendet, dieſe mit Kalk gekocht, mit Manilahanffafern im Holländer vermahlen und auf der Papiermaſchine verarbeitet; in Spanien ſoll gepulverter Tabak mit Strohzellſtoff verwendet werden, in Rußland verbraucht man gelbes dünnes Strohpapier.

Die **Schleifpapiere** werden zum Abſchleifen, Glätten, Glänzen verſchiedener Materialien verwendet und in der Weiſe hergeſtellt, daß man harte Pulver mittels eines Klebemittels auf der Papierfläche befeſtigt. Ueber das Glaspapier ſ. Bd. 4, S. 555; das Bimsſteinpapier, Bd. 2, S. 33; Flint- oder Feuerſteinpapier, Bd. 3, S. 794; das Schmirgelpapier, ſ. Schmirgel. — Sandpapier wird ebenſo hergeſtellt wie Glaspapier. Zum Schleifen der härteſten Gegenſtände wird Quarzpapier verwendet.

Das **Kloſettpapier** (fein, weich, aber doch genügend feſt) wird aus Holzzellſtoff und Holzſchliff hergeſtellt und mit der Perforiermaſchine ſo durchlocht, daß es in entſprechend großen Stücken leicht von einer Rolle abgeriſſen werden kann.

Tapetenpapier, ſ. Tapetenfabrikation.

Die **mediziniſchen Papiere** werden teils an Stelle von Verbandzeug, teils als Träger von Medikamenten, die mit der Haut in unmittelbare Berührung gebracht werden ſollen, verwendet. — Zu den Verbandpapieren gehört das ſogenannte Chromleimpapier (Chriſtia), welches durch Beſtreichen beider Seiten eines Pergamentpapiers mit einer Miſchung von Gelatine mit Glyzerin und Kaliumbichromat erhalten wird. Das Papier hat eine ſchmutzig-grünliche Farbe. Antiſeptiſches Papier, zum gleichen Zwecke, ſtellt man aus reiner Leinenfaſer, gemiſcht mit Baumwolle, her, nachdem das Zeug mittels alkaliſcher Laugen gereinigt und einer Temperatur von 100° C. ausgeſetzt wurde. Das fertige Papier wird wiederholt einer Temperatur bis zu 120° ausgeſetzt, dann durch Eintauchen in Vaſeline, Chloroformlöſung, Glyzerin aufgeweicht und ſchließlich in eine Löſung von Jodoform in Aether getaucht. Dasſelbe kann auch mit einer Löſung von Thymol, Salizylſäure und Borſäure imprägniert werden. Hierher gehört auch ein Perganſept genanntes, mit rohem Holzeſſig imprägniertes Papier. Senfpapier beſteht aus einem mit Senföl oder einer Miſchung von Senfmehl mit Kautſchuk, Kolophonium, Dammarlack und Benzin beſtrichenen, gewöhnlichen, aber genügend feſten Schreibpapier. Das blaſenziehende Papier (épispastique) wird mit einem Gemiſch von Schiffspech, Schweinefchmalz, weißem Pech, gelbem Wachs und Kantharidenpulver getränkt. Das ſogenannte Gichtpapier wird gelb und braun in den Handel gebracht. Erſteres iſt mit einem Gemenge von Fichtenharz, gelbem Wachs, Kantharidin- und Euphorbiumtinktur, letzteres mit einem Gemiſch von ſchwarzem Pech, Terpentin, gelbem Wachs, Kolophonium und den genannten Tinkturen beſtrichen. Das Papier chimique anti-asthmatique iſt grobes Druckpapier, welches mit einem Gemenge von Salpeter, Kalkerde, Alaun, Gips und einer Spur eines ſpirituöſen Auszuges der Lobelia getränkt iſt. Oſtindiſches Pflanzenpapier nennt man ein mit einer Löſung von Hauſenblaſe in deſtilliertem Waſſer und rektifiziertem Alkohol beſtrichenes Papier, welches auf leichte Hautwunden geklebt wird. Die ſogenannten hygieniſchen Taſchentücher werden zur Aufnahme infektiöſer Auswurfsſtoffe benutzt. Sie beſtehen aus mittels Glyzerin weichgemachtem Papier, das auf einen leichten, billigen Verbandſtoff geklebt iſt.

Zu den **Infektenvertilgungspapieren** gehört das mit einer konzentrierten Löſung des Saccharins in Waſſer getränkte Saccharinpapier, das nicht giftige Quaſſia- und Koloquintenpapier, das mit einer Miſchung von ſchwarzem Pfeffer und Zuckerlöſung beſtrichene ſogenannte vegetabiliſche Papier. Das giftige Fliegenpapier enthält meiſt Arſenik. Die Mottenpapiere (zum Schutz gegen Mottenfraß) ſind meiſt mit Karbolſäure, Naphthalin, Kampfer, Ceresin, Phenol, Steinkohlenteer u. ſ. w. getränkt oder beſtrichen. Die Räucherpapiere werden ebenfalls in mannigfaltigen Sorten hergeſtellt. Ein unter lebhaftem Funkenſprühen verbrennendes Papier wird durch Eintauchen in ein Gemenge von Sandelholz, Grasöl, Benzoe, Weihrauch, Vetivereſſenz und Alkohol erhalten, ein andres, nur rauchendes, durch Aufſtreichen einer Löſung von Zimtöl, Storax, Benzoe, Ambra, Moſchus in rektifiziertem Alkohol. Das Zunderpapier iſt ein im Zeug mit zerkleinerten Feuerſchwammabfällen gemiſchtes Fabrikat, das der leichteren Brennbarkeit wegen mit etwas Salpeter oder chlorſauerm Kali getränkt wird.

Von den nach den wichtigſten Eigenſchaften benannten Papieren ſind vor allem zu erwähnen: die **lichtempfindlichen Papiere** (vgl. Photographie). Die ſogenannten Lichtpauspapiere werden in verſchiedenen Varietäten erzeugt, von welchen das am häufigſten verwendete in der Weiſe hergeſtellt wird, daß man reines Papier mit Eiſenchloridlöſung tränkt und nach der Belichtung unter der zu kopierenden Zeichnung in eine Löſung von rotem Blutlaugenſalz taucht, wodurch ſich die vom Lichte getroffenen Teile blau färben. Es kann hierzu auch gewöhnliches Eiweiß- oder Albuminpapier (ſ. Lichtpauſen) verwendet werden, das durch Tränken mit einer Löſung von zitronenſauerm Eiſenoxyd-Ammon oder rotem Blutlaugenſalz in Waſſer empfindlich gemacht wurde. Die Gleichmäßigkeit der Faſeranordnung ſowie die chemiſche Reinheit des Rohmaterials iſt erſte Bedingung für dieſe Papiere. Die leuchtenden (phosphoreſzierenden) Papiere werden entweder durch Auftrag einer aus Schwefelcalcium oder Schwefelbaryum mit Hauſenblaſe als Bindemittel oder aus Schwefelcalcium, doppeltchromſauerm Kali, Gelatine und Waſſer beſtehenden dickflüſſigen Maſſe hergeſtellt. Der Anſtrich muß in vielen Schichten aufgetragen und jede derſelben getrocknet werden. Das ſo präparierte, aus japaniſchem Seiden- oder Kopierpapier beſtehende Produkt muß an ſeiner Oberfläche durch Druck geglättet und mindeſtens zehn Stunden dem Tageslicht ausgeſetzt werden. Eine beſondere Art leuchtender Papiere iſt das Magneſiumpapier, das aus zwei Papierblättern beſteht, zwiſchen welchen Magneſiumpulver mittels Stärkekleiſters befeſtigt wird. Auf beide Seiten wird dann noch je ein mit chlorſauerm Kali getränktes Papier und außerdem noch je ein weiteres Papierblatt geklebt, ſo daß im ganzen ein aus ſechs Papierblättern beſtehendes,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dickes Papier resultiert, das, in Streifen geschnitten und angezündet, das blendende Magnesiumlicht gibt.

Reagenzpapiere dienen zum schnellen Nachweis bestimmter Stoffe in tropfbarflüssigen oder gasförmigen Massen oder zur Konstatierung eines bestimmten chemischen Verhaltens. Das bekannteste ist das blaue und rote Lackmuspapier, das durch Tränken eines ungeleimten Papiers mit einer Lösung von Lackmusfarbstoff in destilliertem Wasser erhalten wird. Der blaue Farbstoff wird durch Zuführung von Schwefelsäure in eine rote Lösung verwandelt und das Papier damit getränkt, dann diese rote Lösung durch Zusetzen von Kalkwasser wieder blau gefärbt und durch diese Lösung das Papier hindurchgezogen. Das zum Nachweisen von Borsäure verwendete Kurkumapapier ist mit einer Lösung von Kurkumawurzel in Spiritus, das zum Nachweise von Ozon oder freiem Chlor verwendbare Stärke- oder Jodpapier mit Stärkekleister oder Jodkalium präpariert. Zum Nachweise selbst sehr geringer Mengen aktiven Sauerstoffs wird jetzt ein mit Tetramethyl-Paraphenyl-Diamin präpariertes Papier zur Anwendung gebracht. Das sogenannte Oenokrinepapier zur Erkennung echten Rotweines wird durch Tränken mit einer Bleizuckerlösung erhalten. Das Fernambuk-, Rotholzpapier dient zur Nachweisung des Fluorwasserstoffs.

Feuerfestes, unverbrennbares Papier wird manchmal in Anwendung gebracht, um wichtige Dokumente gegen Zerstörung durch Feuer zu sichern. Man mischt zu diesem Behufe 95 % mit übermangansauerm Kali gewaschene und mit schwefliger Säure gebleichte Asbestfasern mit 5 % gewöhnlichem Holzstoff unter Zusatz von Leim und Borax im Holländer. Das Papier soll einer Temperatur von 800° C. andauernd widerstehen. Nach andrer Methode wird diese Mischung noch vor dem Leimen mit Kali- oder Natronwasserglas gemischt, um den Zusammenhang der Fasern noch mehr zu sichern. Ein feuerfestes Papier kann ferner durch Eintauchen von gewöhnlichem Papier in eine Mischung von Ammoniak, Borax, Phosphorsäure und schwefelsauerm Zink erhalten werden. Bei der Verwendung für Dokumente muß auch mit einer feuerbeständigen Tinte, der etwas Glyzerin und eine verdünnte Wasserglaslösung beigemengt wurde, geschrieben werden. Ebenso lassen sich Farben durch Zusatz von Wasserglas feuerbeständig machen.

Das **wasserdichte Papier** wird in verschiedenen Varietäten, so durch Tränken mit einer Lösung von Schellack in Borax, mit einer Mischung von Gasteer, Mineralöl und Natriumkarbonat oder durch Sättigen mit Leinöl, durch Imprägnieren mit einer Masse aus Petroleum, Harz, Leinöl und Paraffinöl, hergestellt. Ein gleiches Resultat erreicht man durch Leimung des Papierzeugs mit einer Mischung von Traubenzucker, Essigsäure, Glyzerin und Ammoniak. In neuerer Zeit sind die verschiedensten Methoden zur Herstellung solcher Papiere erfunden worden, so das Leimen mit tierischem Leim und die Behandlung mit einer Formaldehydlösung, worauf durch Wasser oder Dampf eine Hydratisierung folgt; oder die Anwendung einer Lösung von Soda, Olivenöl, Glyzerin und Harz als Zusatz zu einer allmählich hergestellten Mischung von Wasser, Milch, Traubenzucker, Kasein, Glyzerin, Dextrin, Talkum, dem ein Härtebad aus einer Alaunlösung folgt u. s. w. Auch das Pergamentpapier gehört zu den wasserdichten Papieren. Abwaschbares Papier kann durch Ueberziehen eines mit Zinkweiß, Kreide, Kalk oder Schwerspat und Leim grundierten Papiers mit Wasserglas oder mit einer Mischung von Paraffin und Petroleumäther erhalten werden.

Eine große Anzahl von Papieren erhält seine Benennung nach seiner Aehnlichkeit mit bestimmten Stoffen und Materialien. Hierher gehört eine der wichtigsten Papiersorten, das **Pergamentpapier** oder vegetabilische Pergament, auch Membranoid und Papyrin, das alle Eigenschaften des echten Pergamentes aufweist, ja dieses noch insofern übertrifft, als es durch Insekten nicht angefressen wird und in kochendem Wasser nicht aufweicht. Es wird in vielen Fällen als Sicherheits-, Paus- und konservierendes Papier, als Bucheinschlagpapier, zu Bauplänen, zum Verschluß von leicht verderbliche Flüssigkeiten enthaltenden Gefäßen, als Packpapier für fettige Substanzen, für Tabak und solche Stoffe, die feucht erhalten werden sollen, zur Herstellung künstlicher Därme, z. B. für Erbswurst u. s. w., verwendet. Dieses Papier wird durch den sogenannten Pergamentierprozeß, das Pergamentieren, hergestellt; gewöhnliches, meist aus Baumwollhadern hergestelltes Papier wird dabei mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt. Diese wirkt auf den Zellstoff in der Weise, daß ein dem Stärkemehl ähnlicher Körper, Amyloid, entsteht, welches bei weiterer Einwirkung der Schwefelsäure in einen gummiartigen Körper, Holzdextrin, übergeht. Durch diese Verwandlungen des Zellstoffs werden die Papierfasern in eine nahezu homogene, fest zusammenhaltende Masse verwandelt, welche die drei- bis vierfache Festigkeit des Papiers, bei gleichzeitiger Abnahme der Dicke, besitzt, ohne Erhöhung des Gewichtes. Eine ähnliche Wirkung zeigen Chlorzink und Kupferoxydammoniak. In den meisten Fällen wird zur Herstellung des Pergamentpapiers 59—60grädige Schwefelsäure verwendet und diese nur eine bestimmte Zeit einwirken gelassen. Das Papier muß im ungeleimten Zustande und nicht zu dick dem Prozesse unterworfen werden, auch darf es keine mineralischen Bestandteile enthalten. Es wird jetzt allgemein Rollenpapier auf Pergamentiermaschinen in Pergament verwandelt. Das Papier wird dabei von einer Rolle ununterbrochen abgewickelt und gelangt vor allem in einen mit der Schwefelsäure gefüllten Kasten, in dem es um eine Glasrolle läuft; hieraus folgt eine aus zwei Walzen bestehende Presse zum Auspressen der überschüssigen Schwefelsäure, die in den Kasten zurückläuft. Von da an folgt ein Waschprozeß zur gründlichen Entfernung aller noch am Papier haftenden Säure, zu welchem Behufe die Papierbahn zuerst in einen kleinen Bottich tritt, wo der größte Teil der anhaftenden Säure abgegeben wird. Dann gelangt sie unter mehrere aufeinander folgende Systeme von Wasserbrausen, nach welchen je eine Presse zum Entfernen des überschüssigen Wassers angeordnet ist. Um die Wirkung der etwa noch zurückgebliebenen Säure zu verhindern, zieht man die Papierbahn nach Passieren des ersten Brausesystems durch ein alkalisches Bad. Die Papierbahn, die selbstverständlich stets gespannt die bisher erwähnten Vorrichtungen durchläuft, gelangt schließlich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu einem Trockenapparat, beſtehend aus einer großen Trockentrommel mit Trockenfilz, und wird über eine Glättpreſſe zur Aufwickelwalze geführt. Die Preß- und Führungswalzen müſſen mit einem Kautſchuküberzug verſehen ſein. Das zum Prozeß verwendete Papier darf nur dünn ſein, da ſonſt die Umwandlung nicht bis ins Innere eindringen würde. Will man dickeres Pergamentpapier erzeugen, ſo müſſen mehrere mit Säuren behandelte Papierbogen oder -bahnen gleich nach Einwirkung der Säure übereinander gelegt oder gewickelt und übereinander gepreßt werden, in welchem Falle dieſelben ſich zu einem Blatt dauernd und unlösbar verbinden. Solches Pergamentpapier wird auch Elfenbeinpapier genannt. Pergamentpapiere, die der ſchädlichen Wirkung von Alkalien ausgeſetzt ſind, können durch einen Zuſatz von Chlormagneſium dagegen geſchützt, nur dürfen dieſe Papiere einer Temperatur von mehr als 30° C. nicht ausgeſetzt werden. — Für das Osmoſepergament wird ein Papier mit 30—50% Leinenfaſern verwendet und mehrere Papierbogen, wie früher, aufeinander gelegt und zu einem Stück verbunden. Das imitierte Pergamentpapier (Pergamin), wird aus Sulfitzellſtoff, dem eine große Quantität Leim, etwas Glyzerin und Traubenzucker beigemengt iſt, hergeſtellt. Als Oelpergament bezeichnet man mit Bleiweiß, Gips, Kalk und Leim präpariertes, dann mit Oelfirnis überzogenes ſtarkes Papier, das als abwaſchbare Schreibtafel verwendet werden kann.

Das **Leder-** oder **Skytogenpapier** (Papierleder) wird entweder in der Weiſe erzeugt, daß man Lederabfälle zerkleinert und mit Papierſtoff zu Papier verarbeitet, oder es wird langfaſeriges Papier entſprechend gefärbt und gebeizt, durch eine Schellacklöſung waſſerdicht, durch Einreiben von Glyzerin geſchmeidig gemacht und durch Preſſung oder Runzelung mit dem charakteriſtiſchen Lederkorn verſehen. Auch das aus Braunholzſchliff erzeugte Papier wird oft Lederpapier genannt.

Seidenpapier iſt ein aus Hanf-, Flachs-, Zwilchhadern, Tauen, aber auch aus Sulfitzellſtoff hergeſtelltes, langfaſeriges Papier von ſehr geringer Dicke.

Lignitpapier wird aus braunem Dämpfholzſchliff hergeſtellt.

Nach dem Rohſtoff werden viele Papiere benannt, ſo das aus dem Baſte des Affenbrotbaumes erzeugte Adanſonia-, das aus der Eſparto-, Alfa-, auch ſpaniſches Gras genannten Pflanze hergeſtellte gleichnamige Papier, der aus der Papyrusſtaude bis ins Mittelalter erzeugte Papyrus, der kein eigentliches Papier iſt, das Jute-, Manila-, Bambus-, Braunholz-, Woll-, Stroh- und Torfpapier. Das auf der Inſel Formoſa erzeugte Reispapier wird aus einer bambusähnlichen Staude erzeugt. Baumwollpapier hat nach neueren Forſchungen nie exiſtiert. Nach ihrer Verbindung mit andern Stoffen unterſcheidet man das ſogenannte Indigo-, Blau- oder Waſchblaupapier zum Färben der Wäſche, ein mit Indigokarmin getränktes Löſchpapier, das ſeine Farbe auch nach längerem Liegen abgibt, wenn der Färbeflüſſigkeit etwas Zucker zugeſetzt wird. Bleifolienpapier zur Verpackung des Tees wird hergeſtellt, indem man Papier mit einer teigartigen Subſtanz beſtreicht, die aus Blei- und Zinnſtäubchen gewonnen iſt. Das Gazepapier beſteht aus zwei Papierbogen, zwiſchen welche oft auch gemuſterte Seidengaze geklebt wird. Hierher gehören ferner: das auf Leinwand geklebte Chemiſen-, Leinen- oder Leinwand-, das auf Blech geklebte Blechpapier, das auf einen Baumwollſtoff geklebte, Papirolin genannte Papier, die ſchon beſprochenen Glas-, Flint-, Sand- und Schmirgelpapiere, das mit einem Tragantüberzug verſehene, jetzt ſelten verwendete Tragantpapier, welches meiſt zum Malen diente.

Literatur: Hoyer, E., Das Papier, ſeine Beſchaffenheit und deren Prüfung, München 1882; Müller-Haußner, Die Herſtellung und Prüfung des Papiers, Berlin 1905; Andés, L. E., Papierſpezialitäten, Wien 1896. — S. a. die Literatur unter Papierfabrikation. *Kraft.*

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

Papierſpulen, ſ. Papierhülſen.

Papierſtoff, auch Papierzeug, jene durch die Zerfaſerung der verſchiedenen Papierrohmaterialien, wie Hadern, Vegetabilien, Surrogate, entſtehende, zur Herſtellung des Faſerpapieres verwendete Faſermaſſe. S. Papierfabrikation.

Papierſtoffgarne werden durch das Zuſammendrehen von ſchmalen Papierſtoffſtreifen auf Spinnmaſchinen gewonnen.

Entweder nimmt man die Streifen aus fertigen Papierbahnen, die in ſchmale Streifen zerriſſen oder zerſchnitten werden (Bindfäden der Japaner, Xylolingarne), oder es wird durch beſondere Vorrichtungen die noch feuchte Papierbahn auf dem Papiermaſchinenſiebe in ſchmale Streifen zerlegt, die entweder durch Würgelung gerundet oder, nachdem ſie auf Sammelrollen aufgewickelt ſind, feucht verſponnen werden (Licella, Silvalin, Zellſtoffgarne). Die Papierſtoffgarne werden zu Teppichen, Matten, Säcken und Gegenſtänden verarbeitet, die nur im trockenen Zuſtande größeren Inanſpruchnahmen ausgeſetzt ſind. Eingehenderes über Herſtellung, Eigenſchaften und Verwendbarkeit der Papierſtoffgarne vgl. E. Pfuhl, Papierſtoffgarne, Riga 1904. *E. Müller.*

Papierſtoffhärtung erfolgt meiſt mit einer Löſung von Leinöl und Kolophonium in Naphtha. Nach Austreibung der hygroſkopiſchen Feuchtigkeit wird der betreffende Gegenſtand ſo lange in die Löſung getaucht, bis keine Blaſen mehr entſtehen, hierauf behufs Verdampfung des Naphthas und Vollendung der Härtung einem dreiſtündigen Trockenprozeß unterzogen, bis keine Dämpfe von oxydiertem Oele mehr entweichen. Die Gegenſtände erhalten dadurch ein kornartiges Gefüge, ſind unzerbrechlich, waſſerdicht, leicht, biegſam und elaſtiſch. *Kraft.*

Papierſtuck, eine gewöhnlichen Stuck imitierende Pappe, die durch

Imprägnierung mit einer Miſchung von Leim, Gips, Schwefelſäure und Sikkativ außerordentlich plaſtiſch wird, ſich daher in die ſchwierigſten Formen preſſen läßt und dann große Härte annimmt. *Kraft.*

Papierwäſche, namentlich Hemdkrägen, Manſchetten und Vorhemden, wird aus einem Papier hergeſtellt, das aus gutem, feſtem, holzfreiem Baumwollpapierzeug, dem etwas Leinen beigemengt iſt, auf Lang- oder Zylinderſiebmaſchinen, und zwar gleich in entſprechender Stärke gewonnen wird.

Um die Dauerhaftigkeit zu erhöhen, wird dieſes Papier mit dem Schirting genannten Baumwollgewebe, und zwar mittels Reisſtärkekleiſter auf Klebmaſchinen beklebt, nach dem Trocknen mit einer aus Reisſtärke, Kreide, Blanc fixe, Borax, Leim und Wachs beſtehenden, mit Glyzerin verſetzten weißen Deckmaſſe beſtrichen und hierauf in einem Kalander mit erhitzter Hartgußwalze geglättet. Das ſo vorbereitete Papier wird ſodann in entſprechend breite Streifen geſchnitten und aus dieſen die einzelnen Krägen, Manſchetten und Vorhemden in bekannter Form ausgeſtanzt. Vor dem Ausſtanzen der Knopflöcher werden die betreffenden Stellen mit Schirtingfleckchen unterklebt. Den Schluß des Prozeſſes bildet das Einprägen der Nähte und Umbiegeſtellen. *Kraft.*

Papierwatte, eine aus lockerem Papierzeug hergeſtellte, nur aus Baumwollfaſern beſtehende Maſſe, die an Stelle von Watte verwendet wird.

Das Papierzeug wird zu dieſem Zwecke, bevor es auf das Sieb der Papiermaſchine fließt, durch einen Luftſtrom ſo aufgelockert, daß ſich die Faſern nicht mehr zu einer Papierbahn zu vereinigen vermögen. Die ſo entſtehende lockere Papierfilzmaſſe wird hierauf durch erhitzte Luft getrocknet und dann zwiſchen mit ſcharfen Spitzen verſehenen Flächen und Bürſtenwalzen hindurchgeleitet. Der als Verbandmittel dienenden Watte werden antiſeptiſche Flüſſigkeiten zugeſetzt. *Kraft.*

Papierzünder, ſ. Zündwaren.

Papirolin, ein auf Baumwollſtoff geklebtes Papier; ſ. Papierſorten.

Pappdach, ſ. Aſphaltpappedächer.

Pappe, auch Pappendeckel und Karton genannt, iſt ein dickeres, ſteiferes Papier, das zu den verſchiedenſten Zwecken in Verwendung kommt. Die Dicke wechſelt von 0,5 bis zu 10 mm. *Kraft.*

Pappefabrikation. Da an das Ausſehen der Pappe (ſ. d.), mit Ausnahme weniger Sorten, viel geringere Anforderungen geſtellt werden als an die meiſten Papiere, da ferner die Pappe ſehr häufig zur Hebung und Verſchönerung des Aeußern mit einem entſprechenden Ueberzug verſehen wird, kann dieſelbe mit Vorteil aus billigerem Rohmaterial hergeſtellt werden, z. B. aus wollenen und ſeidenen Hadern, groben Tauen, Stricken, Säcken, insbeſondere aber aus Holz — namentlich Braunholz — und Strohſtoff ſowie altem Papier und Makulatur.

Die zur Verwendung gebrachten Hadern werden nur oberflächlich ſortiert, gewaſchen, zerſchnitten oder zerhackt und im Halbholländer zerfaſert, da eine größere Länge der Faſern für die Feſtigkeit der Pappe günſtig iſt; aus gleichem Grunde werden oft bloß Stampfwerke verwendet. Makulaturpapiere werden zuerſt in einem Wolf trocken gereinigt, dann in feſtſtehenden Kochern mit Soda gekocht, um die Druckerſchwärze zu verſeifen, und dann in einem Waſchholländer geſpült und mit Chlorkalklöſung gebleicht. Da das alte Papier beim Kochen in feine Faſern zerfällt, iſt eine weitere Zerfaſerung meiſt zu umgehen. Das zur Pappefabrikation verwendete Stroh wird auf Häckſelmaſchinen zerkleinert, mit Kalkmilch in beweglichen Kochern unter Zutritt von Dampf gekocht, dann in Kollermühlen gequetſcht und ſchließlich in Holländern zerfaſert. Pappe kann nach drei verſchiedenen Methoden hergeſtellt werden. Bei Herſtellung der geformten Pappe durch Handarbeit wird das in der Schöpfbütte befindliche Faſermaterial konſiſtenter genommen, und es erhält daher der mit der Form geſchöpfte Bogen eine größere Dicke. Die weitere Verarbeitung iſt jener der Papierbogen ähnlich. Ein ähnlicher Vorgang findet auf Langſiebmaſchinen ſtatt, wenn man auf das Langſieb die Papiermaſſe in dickerer Schichte aufließen läßt. Da ſich eine ſo dicke Faſerſchichte nur ſchwer entwäſſern läßt, wird bei dieſen Maſchinen häufig noch ein Oberſieb verwendet, welches auf die obere Fläche der am Sieb befindlichen Faſerſchichte aufgepreßt wird. Hierbei erhält man eine ſehr unregelmäßig gelagerte Faſermaſſe und daher nur ordinärſte Pappe. Die Herſtellung der gegautſchten Pappe kann bei der Handarbeit nach zweierlei Methoden zur Ausführung kommen. Der vom Schöpfer geſchöpfte gewöhnliche Papierbogen wird auf den Filz gegautſcht und auf dieſen noch naſſen Bogen ein zweiter, dritter u. ſ. w. friſch geſchöpfter Bogen aufgedrückt, bis die entſprechende Dicke der Pappe erreicht iſt, worauf die weiteren Arbeiten folgen; oder der erſte geſchöpfte Bogen wird auf der Form belaſſen, hierauf mit einer zweiten Form ein zweiter Bogen geſchöpft, ebenfalls auf der Form belaſſen, und auf dieſen nun der erſte, noch naſſe Bogen aufgegautſcht, dann ein dritter Bogen geſchöpft und auf dieſen die zwei ſchon vereinigten Bogen aufgegautſcht. Dieſe Methode hat den Vorteil, daß der friſch geſchöpfte, auf der Form liegen bleibende Bogen ſich viel leichter entwäſſert. — Dieſe Art der Pappebildung wird auch auf Maſchinen nachgeahmt, nur mit dem Unterſchiede, daß vorerſt nicht Bogen, ſondern Papierbahnen hergeſtellt und dieſe aufeinander gegautſcht werden. Zu dieſem Behufe werden nahezu ausſchließlich Zylinderſiebmaſchinen von zweierlei Konſtruktion in Anwendung gebracht. Bei einer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

derſelben wird nur ein Siebzylinder verwendet, der daher immer nur eine Faſerſchichte bildet, welche durch den endloſen Filz vom Zylinder abgegautſcht und ununterbrochen einer rotierenden Walze, der ſogenannten Formatwalze, zugeführt und auf dieſe ſo lange aufgewickelt wird, bis die gewünſchte Pappendicke erreicht iſt, was durch ein Glockenſignal markiert wird, das eine entſprechend ſtellbare Signalvorrichtung abgibt. Hierauf wird der ſo aufgewickelte Papierzylinder parallel zu ſeiner Achſe mittels eines Meſſers, das in einer Nut der Walze geführt iſt, durchſchnitten und auf dieſe Weiſe ein Pappebogen erhalten, deſſen Länge dem Umfange, deſſen Breite der Länge der Walze entſpricht, deren Dimenſion daher das Format des Bogens beſtimmt. Bei neueren Maſchinen wird die auf der Formatwalze ſich aufwickelnde Pappe durch Walzen gedichtet; durch Heizen der Walze mit Dampf und Einſchließen derſelben in einen mit warmer Luft geheizten Kaſten getrocknet. Das Aufſchneiden der Pappe wird manchmal durch ein ſelbſttätig wirkendes Meſſer, das über die ganze Länge der Formatwalze reicht, bewerkſtelligt. — Die zweite Gattung dieſer Maſchinen verwendet mehrere, manchmal ſogar eine verhältnismäßig ſehr große Zahl — bis zu zwölf — von Siebzylindern. Auf jedem dieſer Zylinder wird eine Faſerſchicht gebildet, dieſe durch den endloſen Filz abgegautſcht dem nächſten Siebzylinder zugeführt, mit der hier entſtandenen Faſerſchichte zu einer ſolchen verbunden, dieſe beiden dem dritten Zylinder zugeleitet, wo eine dritte Faſerſchichte aufgenommen wird, u. ſ. w. In Fig. 1 iſt eine ſolche Maſchine ſchematiſch dargeſtellt. Es ſind zwölf Siebzylinder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 u. ſ. w., in zwei Gruppen zu je ſechs Zylindern geordnet, vorhanden, von welchen jeder in einer eiſernen Bütte ſich befindet und in die Papiermaſſe eintaucht. Auf jedem Zylinder wird daher eine Faſerſchichte gebildet, von welchen ſich die von der linksſeitigen Gruppe gebildeten mittels des endloſen Filzes *a* zu einer ſechsfachen Schichte vereinigen und nach rechts geführt, die von der rechtsſeitigen Gruppe 7—12 hergeſtellten durch den endloſen Filz *b* ebenfalls zu einer ſechsfachen Schicht vereinigt, nach links geleitet werden. Beide, aus ſechs Papierſchichten beſtehenden Pappebahnen kommen nun in dem Raum zwiſchen dem Zylinder 6 und 12 zuſammen, laufen nun, aufeinander gelegt, mit den beiden Filzen *a* und *b* nach rechts weiter, gelangen hier in die Walzenpreſſen 13—17, wodurch ſie zu einer zuſammenhängenden Pappebahn verbunden und ſchließlich ganz rechts abgeliefert und den Trockenvorrichtungen zugeführt werden. Es müſſen ſelbſtverſtändlich nicht immer alle Siebzylinder arbeiten, es können daher Pappen der verſchiedenſten Dicke auf dieſer Maſchine hergeſtellt werden. Um behufs Aenderung der Pappendicke einzelne Zylinder ausſchalten zu können, werden dieſelben in neuerer Zeit ſenkbar gebaut.

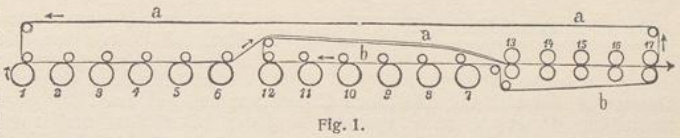


Fig. 1.

Die Herſtellung der geleimten Pappe wird durch das Aufeinanderkleben einzelner Bogen mittels Handarbeit oder mehrerer Papierbahnen auf Klebemaſchinen ausgeführt. Bei der Handarbeit werden die Bogen auf einem Tiſch ausgebreitet, mit einer aus einer Miſchung von Leim und Stärkekleiſter beſtehenden Klebemaſſe mittels einer Bürſte oder eines Schwammes beſtrichen, übereinander gelegt und ſchließlich gepreßt, um faltenloſe Pappetafeln zu erhalten. Auf dieſe Weiſe werden die beſten und feinſten Kartons für Aquarellmalerei, Zeichenkartons, Spielkartenkartons hergeſtellt.

Bei der Maſchinenarbeit werden Klebemaſchinen verſchiedener Konſtruktion in Verwendung gebracht. Eine derſelben iſt in Fig. 2 dargeſtellt und beſteht aus der rechtsſtehenden Klebe- und links befindlichen Trockenvorrichtung. In der erſteren ſind drei Rollenpapierwalzen *a b d* gelagert, von welchen jedoch nur das Papier der Rolle *a* und *b* mit Klebeſtoff aus dem Klebeſtoffbehälter *B B* verſehen wird. In letzteren taucht eine Klebeſtoffwalze *f f* ein, über welche nun die ſich von *a* und *b* abrollende Papierbahn tangierend hinweggezogen wird. Dieſe zwei Papierbahnen werden nun durch Führungswalzen einer aus zwei Walzen beſtehenden Preſſe *A* ſo zugeführt, daß die Klebeflächen einander zugekehrt ſind. Gleichzeitig mit dieſen beiden Bahnen tritt die von der Rolle *d* ſich abwickelnde, ohne Klebeſtoff belaſſene Papierbahn zwiſchen die Walzen und wird dadurch eine aus drei Papierbahnen beſtehende Pappe erzeugt, die von dem endloſen Tragfilz *g* der Trockenvorrichtung zugeführt wird, die aus einer Trockentrommel *D* beſteht, an welche man die Pappebahn durch einen endloſen Trockenfilz *H* andrückt. Die Pappebahn tritt bei der Walze *F* aus und wird durch den Schaber *h* ein Aufwickeln auf die Trommel verhindert. Die in Form einer Pappebahn erzeugte Pappe wird ſtets durch entſprechend konſtruierte Schneidmaſchinen in Bogen zerſchnitten, die dann einem langſam wirkenden Trockenprozeß zugeführt werden. Die Vorrichtungen zur Durchführung dieſes Prozeſſes ſind außerordentlich mannigfaltige. Nach einer dieſer Methoden

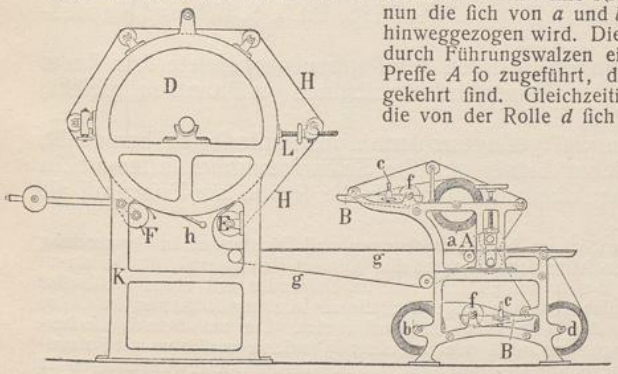


Fig. 2.

werden die Pappebogen mittels entſprechend geſtalteter Klammern frei in Trockenräumen aufgehängt, durch welch letztere im Sommer friſche, im Winter geheizte Luft geſaugt wird; oder die frei hängenden Bogen werden in vierrädrige Wagen gehängt und dieſe durch einen geheizten Kanal — daher Kanaltrockner — ſo hindurchgeſchoben, daß an dem einen Ende die trockene Pappe aus-, an dem andern Ende die feuchte Pappe in beſtimmten Zeitintervallen eintritt (vgl. a. [3], S. 1380). Solche Kanaltrockner werden neuerer Zeit auch in ſenkrechter Ausdehnung als Turm- oder Kamintrockner gebaut. An Stelle dieſer viel Raum fordernden Einrichtungen werden ſogenannte Zylindertrockner in Verwendung gebracht, von welchen der in Fig. 3 dargeſtellte aus drei geheizten Zylindern *A B C* beſteht. Um die beiden Zylinder *A* und *C* läuft ein gemeinſchaftlicher Trockenfilz *a*, um *B* ein zweiter *b*, die ſo angeordnet ſind, daß die von dem Tiſch 1 in der Richtung des Pfeiles eingelegten Pappebogen durch gleichzeitige Mitwirkung der Schabeiſen $d\,d^1\,d^2$ zuerſt die Trommel *A*, dann *B* und ſchließlich *C* paſſieren und auf den Tiſch *f* abgelegt werden. Bei der Herſtellung der Pappe als Pappebahn wird des gründlichen und langſamen Trocknens wegen eine größere Anzahl von kleineren Trockentrommeln mit endloſem Filz verwendet; ſo ſind am Ende der beſprochenen, aus zwölf Siebzylindern beſtehenden Maſchine (vgl. Fig. 1) 50 Trockenzylinder in zwei übereinander liegenden Reihen, alſo ſo angeordnet, daß beide Seiten der Pappebahn mit den Zylindern in Berührung treten. Die ſo getrocknete Pappebahn wird ſodann durch eine Kreisſchere nach Bedarf in zwei oder mehrere Längsſtreifen und dieſe wieder durch eine Querſchneidmaſchine in einzelne Bogen geteilt.

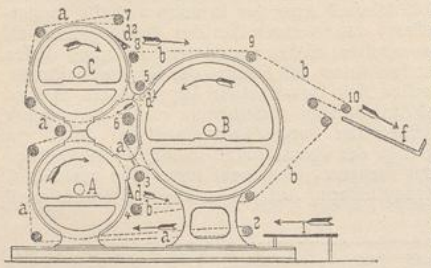


Fig. 3.

Zum Glätten der Pappen verwendet man einfache, aber ſehr ſtark gebaute Glättmaſchinen, die aus zwei übereinander liegenden ſehr glatten Walzen beſtehen. Das Glätten wird auch mittels Steinglättmaſchinen durchgeführt. — Um Pappebogen an den Außenflächen mit einem das Ausſehen hebenden Ueberzug von ungefärbtem oder farbigem Papier oder Gewebe zu überziehen, kann die ſchon erwähnte Klebemaſchine (Fig. 2) in Verwendung kommen, indem zwiſchen die beiden mit Klebemittel verſehenen Papierbahnen Pappebogen in unmittelbarer Aufeinanderfolge eingeſchoben werden.

Literatur: [1] Hoyer, Die Fabrikation des Papiers, Braunſchweig 1887. — [2] Dropiſch, B., Handbuch der geſamten Papierfabrikation, 1881. — [3] Hofmann, C., Praktiſches Handbuch der Papierfabrikation, 2. Aufl., Berlin 1891/97; Müller-Haußner, Die Herſtellung und Prüfung des Papiers, Berlin 1905. *Kraft.*

Pappeflanſchenringe, zum Erſatz von Kautſchuk- oder aus anderm Material hergeſtellten Dichtungsringen, werden aus ſtarker, guter Pappe geſchnitten und mit einem Grundanſtrich aus einer Miſchung von Graphit, Federweiß, Alaun, Mehl und Waſſer mehrmals beſtrichen, auf welchen dann ein aus Leinölfirnis, chemiſch reinem Bleiweiß, borſauerm Manganoxydul und Graphit beſtehender, ebenfalls mehrmals aufgetragener Farbenanſtrich folgt. Man vervollſtändigt dieſen Anſtrich ſodann durch einen nochmaligen Auftrag dieſer jedoch dicker, kittartig hergeſtellten Farbe. *Kraft.*

Pappendeckel, Lokalname für Pappe (ſ. d. und Pappefabrikation).

Pappenheimſches Gebläſe, ſ. Kapſelgebläſe, Bd. 5, S. 379, und Kapſelwerke, Bd. 5, S. 380.

Pappenſchere, eine zum Beſchneiden der Pappen verwendete ſehr ſtarke Schneidvorrichtung, welche den Papierſchneidmaſchinen vollkommen gleicht; ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 817. *Kraft.*

Pappeſorten werden in viel geringerer Anzahl als Papierſorten hergeſtellt, da die Verwendung dieſer dicken Blätter gewiſſen Schranken unterworfen iſt; in manchen Gebieten techniſcher Arbeit aber hat ſich die Pappe als Erſatzſtoff als ganz vorzüglich erwieſen.

Die **Aſbeſtpappe,** die namentlich zu heißen Packungen und Dichtungen in Verwendung kommt, wird aus den kurzfaſerigen Aſbeſtſorten hergeſtellt. Dieſem Rohmaterial, das in einem Hadernwolf zerfaſert, in heißem Waſſer aufgeweicht und im Holländer mit etwas Waſſerglas gemahlen wird, werden 10—20% Hadernfaſern zugeſetzt, die als Bindemaſſe dienen, in vielen Fällen aber ganz wegbleiben, da das Waſſerglas genügend bindet. Das auf dieſe Weiſe hergeſtellte Zeug wird entweder zu Bogen geſchöpft oder auf einer Zylinderſiebmaſchine mit Formatwalze zu Pappe verarbeitet. Dieſe Pappebogen werden mit Meſſingdrahtnetzzwiſchenlagen in hydrauliſchen Preſſen einem bis auf 90 Atmoſphären ſteigenden Druck ausgeſetzt. Dieſe Platten erhärten infolge des Waſſerglaszuſatzes und werden klingend nach dem Trocknen. Behufs Herſtellung dicker Platten werden mehrere rohe Platten ohne Zwiſchenlage gepreßt. Durch Zuſatz von Farbe im Holländer können dieſe Platten beliebig gefärbt werden. Dieſe Pappe wird auch zum Dachdecken verwendet. Eine feuerfeſte Pappe erhält man auch aus einer Maſſe von

40% Pflanzen- oder Tierfafer, 15% Afbeft, 10% Alaun, 10% Graphit, 25% unfchmelzbarer Erde und kiefelfauerm Natron.

Baupappe wird namentlich in Amerika zum Bekleiden der Außenwände eines Haufes fowie als Unterlage für die Schindeln, aber auch als Bekleidung der Wohnraumwände ftatt Verputz verwendet und bildet als fchlechter Wärmeleiter fehr guten Schutz gegen Wärme und Kälte. Es ift eine hauptfächlich aus Stroh, Hadernabfällen und Makulatur hergeftellte und zur Erreichung der Wafferdichtheit mit den verfchiedenften, meift geheimgehaltenen Chemikalien getränkte Pappe, die auf Zylinderfiebmafchinen fo hergeftellt wird, daß fie aus zwei Außenlagen von befferem und einer dickeren Innenlage aus minderem Fafermaterial befteht. Eine diefer Tränkmaffen befteht aus einer Mifchung von in Teeröl gelöftem Afphalt mit Teer. Statt Teer werden auch manchmal andre Imprägnierungsmaffen, fo eine Mifchung von Leinöl, Terpentinöl und Sikkativ, oder in fiedendem Leinöl aufgelöfter Kautfchuk verwendet.

Die **Dachpappe**, auch Teer- und Steinpappe genannt, die zum Dachdecken, aber auch zu verfchiedenen andern Zwecken, namentlich gegen Feuchtigkeit in Gebäuden, zur Verwendung kommt, kann in der Weife hergeftellt werden, daß Papierzeug mit Teer und etwas zerkleinertem Kalk in der Schöpfbütte gemengt wird. Gewöhnlich wird diefe Pappegattung durch Imprägnieren der fchon hergeftellten Pappe mit heißem Teer erhalten. Die Rohmaterialien für die Herftellung diefer Pappe find Wolle, Baumwolle, Leinen, Jute, Holz- und Strohzellftoff, Strohftoff, Holzfchliff, wobei die Wolle infofern eine hervorragende Rolle fpielt, als fie der Pappe dasjenige lockere Gefüge verleiht, durch das diefe zur Aufnahme großer Teerquantitäten befähigt wird. Wolle foll daher den Hauptbeftandteil diefer Pappe bilden. Zum Imprägnieren dient u. a. die Vorrichtung von Lüchan (vgl. Papierzeitung 1894, S. 1734). Um der Pappe Feuerbeftändigkeit zu verleihen, foll dem Rohmaterial Hochofenfchlacke beigemengt werden. Das Ueberziehen der fertigen und durch hydraulifchen Druck gedichteten Pappe mit einer Waffergla slöfung vervollftändigt diefe Eigenfchaft.

Die **Fahrkartenpappe** wird aus einer Mifchung von Hadern-, Makulatur-, Stroh- und Holzfchliffafern hergeftellt und im Holländer grau gefärbt. Die Fabrikation findet auf Zylinder- oder Langfiebmafchinen, wovon letztere mit Oberfieb verfehen find, ftatt. Die Dicke derfelben ift für 100 Stück meift von den Eifenbahnverwaltungen vorgefchrieben. Die Pappe wird fodann auf einer Klebmafchine mit weißem oder farbigem Druckpapier beklebt, wobei Stärkekleifter in Anwendung kommt. Hierauf folgt das Trocknen, Glätten, Färben und Zerfchneiden.

Die **Furnierpappe** ift entweder mit gemafertem Buntpapier überzogene Pappe oder auf Pappe aufgeklebtes, fehr dünnes Holzfurnier. Das erftere ift eine Imitation, das letztere nur durch Pappe verftärktes echtes Furnier von $^1/_{10}$ mm Dicke.

Glanzpappe (Glanzdeckel, Preßfpäne), die in der Tuchfabrikation beim Preffen des Tuches als Einlagen zwifchen die einzelnen Tuchlagen in Verwendung kommen, wird aus reinen, ftarken Fafern, wie Flachs, Hanf, Manilahanf, auf Zylinder- oder Langfiebmafchinen hergeftellt und fodann mit fpiegelglatter Oberfläche auf Steinglättmafchinen verfehen. In diefen letzteren findet das Hochpolieren der Pappe dadurch ftatt, daß die auf einen eifernen Tifch gelegte Pappe mittels eines abgerundeten, ftark an die Pappe angepreßten Achatfteines fo lange geftrichen wird, bis der gewünfchte Glanz erreicht ift.

Jacquardpappe, zur Herftellung der Jacquardkarten in der Weberei verwendet, wird in ähnlicher Weife hergeftellt wie die Glanzpappe, nur daß fie meift roh, um gegen Feuchtigkeit und Temperaturwechfel widerftandsfähiger zu fein, mit Paraffin, dem oft auch Stearin und Kolophonium beigemengt ift, imprägniert, dann getrocknet und zwifchen heißen Zylindern gewalzt wird.

Karton, die feinfte und vornehmfte Pappegattung, auch Kartonpapier genannt, ift meift geleimte Pappe, da fich diefe am gleichmäßigften herftellen läßt. Die dünnften Sorten diefer Gattung werden zu Vifit-, Adreß- und Luxuskarten verwendet, und man unterfcheidet hier Natur- und Kreidekarton, von welchen der letztere mit Kreide geftrichen und manchmal mit hohem Glanz verfehen ift. Hierher gehört auch der Poftkartenkarton, ohne Holzfchliff hergeftellt und ftark geleimt. Die Zeichen- und Aquarellkartons müffen mit befonderer Sorgfalt aus beftem Material erzeugt werden. Der Spielkartenkarton wird meift aus zwei Bogen guten Papiers hergeftellt und manchmal behufs Erhöhung der Undurchfichtigkeit zwifchen diefe Kienruß oder fonft ein Farbftoff eingelagert.

Die **Korkpappe**, als fchlechter Wärmeleiter in mannigfacher Weife verwendet, wird nach F. W. Eddy aus einem Gemifch von Korkabfällen, Papierfafern und einem Bindemittel hergeftellt. Das Gemifch, die gröberen Korkabfälle innen, die feineren außen, wird zwifchen zwei endlofen Bändern, die durch mehrere Walzenpreffen hindurchlaufen, allmählich zu einer zufammenhängenden Pappefchicht verdichtet. Die Fafern werden mittels eines Heißluftgebläfes in die mittlere Schicht eingeblafen. Die beiden Bänder gehen mit der Maffe zwifchen Heizkörpern hindurch, um die zur Pappebildung nötige Wärme zu erhalten. Nach einer andern Methode wird ftatt der Fafern ein mit einer Klebmaffe verfehenes Gewebe zwifchen die Korklagen eingeführt.

Lederpappe (Kunftleder), namentlich für Brandfohlen und Schuhabfätze, aber auch für Koffer, Schul- und Handtafchen verwendet, wird aus Braunholzfafernpappe durch Imprägnieren derfelben in heißem Zuftand mit Leinöl, dem etwas Silberglätte, Rebenfchwarz und Sikkativfirnis zugefetzt wurde, erzeugt. Die fo fettdurchdrungenen Papptafeln werden an der Luft getrocknet, dann fatiniert und fchließlich mit obiger Fettfubftanz, der gebrannte Siena beigemengt wurde, in heißem Zuftand beftrichen. Nach einem nochmaligen Trocknen wird mit Bimsftein abgerieben und geglättet. Lederpappe wird aber auch aus einer Mifchung von zerfafertem Leder mit Papierfafern hergeftellt und die Zerfaferung der Lederabfälle entweder im Holländer oder in der Weife vollführt, daß diefe Abfälle mittels einer Leimlöfung in kompakte Pakete

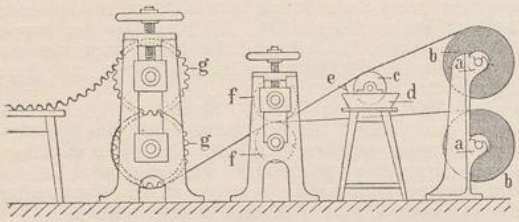
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von 20—50 cm Länge verwandelt und auf einem Schleifſtein wie Holz zerfafert werden. Der ſo erhaltene Lederſchliff wird ſodann auf einer Pappenmaſchine zu Pappe verarbeitet, in einer Lohbrühe, die 2—5% eſſigſaure Tonerde enthält, einem Gerbprozeß unterworfen, ſodann gepreßt und getrocknet. Als Lederpappe wird auch die aus Braunholzſchliff erzeugte Holzpappe bezeichnet.

Schieferpappe, auch Papierſchiefer genannt, meiſt zu Schreib- und Rechentafeln verwendet, wird dadurch hergeſtellt, daß man dünne Pappe mit einer Miſchung einer Waſſerglaslöſung, mit feingemahlenem Schieferſtaub und etwas Kienruß oder vegetabiliſcher Kohle mehrmals beſtreicht.

Verbandpappe wird durch Auslaugen mittels Alkalien und durch Klopfen mit Holzhämmern geſchmeidig gemacht, dann ſcharf getrocknet. Die ſo vorbereitete Pappe wird nun mit einer alkoholiſchen Löſung von Schellack, Geigen- und Terpentinharz vollſtändig getränkt und dann getrocknet, worauf dieſe wieder durch Dampf erweicht und zwiſchen erwärmten Zinkplatten durch eine Satinierpreſſe gelaſſen wird. Feinere Arten werden mit einem Ueberzug von Guttapercha und alkoholiſchem Kopalfirnis oder von gewöhnlichem Firnis verſehen. Sie dient zu erhärtenden Verbänden bei Knochenbrüchen.

Die **Wellpappe,** die ebenfalls häufig als Dachdeckmaterial verwendet wird, verliert leicht ihre Wellung, wenn dieſe auf der ſchon fertigen rohen Pappe erzeugt wird. Um dieſes zu verhindern, ſtellt man dieſe mittels der in nachſtehender Figur erſichtlichen Maſchine durch Zuſammenkleben zweier Papierbahnen *b b* und gleich darauffolgendes Falten dar. Eine der Papierbahnen läuft über die mit Klebſtoff verſehene Walze *c*, beide werden in der Walzenpreſſe *f f* zu einer Pappe verbunden und gleich darauf, bevor noch der Klebſtoff getrocknet iſt, zwiſchen den geriffelten Walzen *g g* gewellt, wobei ſich die noch nicht feſt verbundenen Papierbahnen, den hier auftretenden Spannungsverhältniſſen entſprechend, übereinander verſchieben können. Um das Verlieren der Wellung zu verhindern, wird die Pappe mit eingelegten Metalldrähten verſehen, die parallel zu den Längsſeiten der Pappe verlaufen. In neueren Maſchinen werden ſtatt der Riffelwalzen auf bewegten Ketten angeordnete Stempelſyſteme verwendet, die, unter und über der feuchten Pappe verlaufend, gegen dieſe gepreßt werden. Auch mit Längswellen verſehene Pappen werden auf beſonderen Maſchinen hergeſtellt. *Kraft.*



Pappfarben, ſ. Refervage.

Pappſchachtel, ſ. Kartonnagefabrikation, Bd. 5, S. 399.

Pappus' Sätze, ſ. Guldinſche Regeln.

Pappwarenfabrikation, ſ. Kartonnagefabrikation.

Papyrin (Membranoid), vegetabiliſches Pergament, Bezeichnung für Pergamentpapier; ſ. Papierſorten. *Kraft.*

Papyrographie, verſchiedene Verfahren zur Vervielfältigung von Schriftſtücken, Zeichnungen u. ſ. w. Sie beruhen teils auf der Verwendung einer hauptſächlich aus Papier beſtehenden Druckform oder auf der Benutzung einer papiernen Schablone.

In der Regel bezeichnet man mit Papyrographie (auch Papyrotypie) das Verfahren, eine größere Anzahl desſelben Schriftſtückes oder desſelben Planes u. ſ. w. dadurch herzuſtellen, daß man zunächſt dünnes „Wachspapier" mit einem Rouletteſtifte (ſ. Roulette) auf glatter Unterlage oder mit einem glatten Stahlgriffel auf einer geriffelten Metallunterlage beſchreibt oder bezeichnet. Hierbei wird das Papierblatt an den Bildſtellen fortlaufend fein durchlocht. Legt man eine ſolcherart erhaltene Schablone über ein Papierblatt und fährt mit einer Farbwalze darüber, ſo dringt die Druckfarbe durch die feinen Löcher hindurch auf das darunterliegende Papierblatt, welches ſonach einen getreuen Abdruck des Geſchriebenen zeigt. Bei dem „Drucken" muß man ſich beſonderer Apparate bedienen. Die einfacheren (Cycloſtyle, Glyphochord, Horograph, Mimeograph, Neoſtyle, Papyrograph, Typograph u. ſ. w.) ſind zumeiſt derart beſchaffen, daß die Schablone in einen flachen, auf- und zuklappbaren Rahmen geſpannt und durch Kurbelantrieb unter einer Farbwalze, die zugleich als Preßwalze fungiert, hindurchgeführt wird, wonach der Rahmen ſelbſttätig in die Höhe geht, damit das bedruckte Papierblatt gegen ein neues vertauſcht werden kann. Die zur Herſtellung größerer Auflagen beſtimmten Apparate (Roneo-Duplikator, Rotary-Cycloſtyle, Rotoneoſtyle) beſitzen z. B. eine unabläſſig in Rotation zu erhaltende Trommel. Auf dieſer iſt die Schablone befeſtigt, und zwar über einem Farbkiſſen, das von einem im Innern der Trommel angebrachten Farbwerk geſpeiſt wird. Die Wegnahme des bedruckten Blattes und die Hinzuführung des friſchen kann völlig automatiſch geſchehen. Die in der beſchriebenen Weiſe erzeugten Abzüge ſind weit beſſer als die mittels Hektographen (ſ. d.) angefertigten. Ein beſonderer Vorteil iſt darin gelegen, daß die Verwendung unvergänglicher Schwärze möglich iſt, und ferner, daß von einer Schablone viel mehr Kopien genommen werden können als von einer hektographiſchen Form.

Eine ganz anders geartete, aber gleichfalls als Papyrographie bezeichnete Methode zur Herſtellung einer geringen Anzahl von Kopien (mit Druckfarbe hergeſtellt) beſteht darin, daß

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

man eine papierne Druckform in der Geſtalt der photolithographiſchen ſogenannten Fettkopien (ſ. Lithographie) anfertigt und den umſtändlichen Feucht- und Einfärbeprozeß genügend oft wiederholt. — Endlich hat man verſucht, zum Erſatze von Aluminium- und Zinkplatten Papier im galvaniſchen Bade mit mehreren äußerſt dünnen Metallſchichten auf der Vorderſeite zu überziehen und die Rückſeite mittels Zaponlacks waſſerdicht zu machen. Dieſe Papierbogen ſollen dann gleich Metallplatten bei der Herſtellung der Druckform behandelt und in Rotationsmaſchinen für Flachdruck (ſ. Steindruckmaſchinen) gedruckt werden. — Uebrigens hat ſchon Senefelder ſein Verfahren, den lithographiſchen Stein durch ein mit mineraliſcher Schicht verſehenes Papier zu erſetzen, Papyrographie genannt. (Vgl. a. Schablonendruck und Steinpapier.) *A. W. Unger.*

Papyrus, das Papier des Altertums, das aus dem Stengel der Papyrusſtaude, einer Schilf- oder Binſenpflanze, dadurch hergeſtellt wurde, daß man den mit dreieckigem Querſchnitt (Dreieckſeite 10—15 cm) wachſenden Stengel in gleich dicke Streifen ſchnitt, dieſe angefeuchtet und mit den Längskanten aneinander gereiht zu einer gleichmäßigen Schicht ordnete und dieſe Streifen zu einem zuſammenhängenden Blatte dadurch verband, daß man ähnliche Streifen, ebenfalls angefeuchtet, jedoch ſenkrecht zu den unteren Streifen darüber legte, die beiden Schichten durch Preſſung oder Hammerſchläge zu einem Blatte verband und an der Sonne trocknete. Die Verklebung dieſer Streifen wurde wahrſcheinlich durch den beim Preſſen austretenden Pflanzenſaft bewirkt. Zur Herſtellung der Papyrusrollen wurden mehrere ſolche Blätter aneinander geleimt. Der Name, der aus den Worten $\pi\acute{\alpha}$ = Pflanze und $\beta\acute{\iota}\varrho$ = Flechten zuſammengeſetzt iſt, wurde auf unſer heutiges Papier übertragen. *Kraft.*

Para, Münze, in Serbien $^1/_{100}$ Dinar = 0,8 ₰, in der Türkei $^1/_{40}$ Piaſter = 0,46 ₰, in Aegypten = 0,5 ₰.

Parabel, ſ. Kegelſchnitte.

Parabelträger heißen Fachwerke (ſ. d., Bd. 3, S. 533), deren Gurtungsachſen Parabeln mit vertikaler Achſe durch die Trägermitte eingeſchrieben ſind und ſich an beiden Enden treffen (vgl. Halbparabelträger). Da ſich auch eine Gerade als Parabel anſehen läßt, ſo können paraboliſche Segmentträger (Fig. 1, 4, 5), Linſenträger (Fig. 2) und Sichelträger (Fig. 3) entſtehen. Wird der Parabelträger, wie gewöhnlich, mit Vertikalen angeordnet (als Ständerfachwerk, z. B. Fig. 2—5) und bezeichnen n die Anzahl der gleichlangen Felder, h die größte Trägerhöhe (größte Vertikalenlänge), ſo hat man die Länge der m-ten Vertikale von einem Trägerende an [2], S. 63:

$$h_m = m\,(n-m)\,\frac{4f}{n^2}, \qquad 1.$$

worin bei geradem n $\quad f = h,$

„ ungeradem n $\quad f = h\,\frac{n^2}{n^2-1}$ $\qquad$ 2.

Parabelträger kommen bei Brücken und Dächern vor, meiſt als Balkenfachwerke (ſ. d.), in der Form von Sichelträgern aber auch als Bogenfachwerke (ſ. d.). Die Stützpunkte liegen ſtets an den Enden. Der bei Bogenträgern auftretende Horizontalſchub hat keinen Einfluß auf die Beanſpruchung der Diagonalen, ſo daß dieſe Glieder für paraboliſche Balkenträger und Bogenträger von gleicher Anordnung und Belaſtung gleich beanſprucht ſind und auch ihre Grenzbeanſpruchungen bei bewegter Laſt ſich nach den gleichen Formeln ergeben [3], S. 104.



Fig. 1.



Fig. 2.

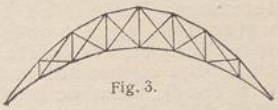


Fig. 3.

Der gewöhnlichſte Fall eines Parabelträgers iſt in Fig. 4 und 5 angedeutet. Spannweite $l = n\lambda$ bei gerader oder ungerader Felderzahl. Im folgenden genügt der Symmetrie halber die Berechnung der erſten Trägerhälfte. x_m, d_m mögen die Längen des Obergurtſtabs und der Diagonalen im m-ten Felde bedeuten. Wirkt auf die ganze Spannweite eine gleichmäßig verteilte Laſt von g pro Längeneinheit (z. B. das Eigengewicht), wovon g_z auf die Knotenpunkte des Untergurts zu rechnen ſei, ſo hat man die Beanſpruchungen der Stäbe von den Längen x_m, λ, d_m, h_m des Feldes m:

$$\mathfrak{X}_m = -\frac{n\,g\,l}{8f}\,x_m, \qquad \mathfrak{Z}_m = \frac{g\,l^2}{8f}, \qquad \mathfrak{D}_m = 0, \qquad \mathfrak{V}_m = g_z\,\lambda. \qquad 3.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kann außer der auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilten Laft von g pro Längeneinheit (Eigengewicht) auf beliebige Strecken derfelben eine gleichmäßig verteilte Laft von p pro Längeneinheit dieſer Strecken wirken (Verkehrslaft), ſo drücken vorſtehende $\mathfrak{X}_m$, $\mathfrak{Z}_m$ die unteren Grenzbeanſpruchungen der Gurtungsſtäbe aus, während man mit $q = g + p$ für die oberen Grenzbeanſpruchungen derſelben hat:

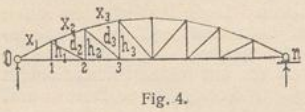


Fig. 4.

$$X_m = -\frac{n\,q\,l}{8\,f}\,x_m = \frac{q}{g}\,\mathfrak{X}_m, \qquad Z_m = \frac{q\,l^2}{8\,f} = \frac{q}{g}\,\mathfrak{Z}_m. \tag{4.}$$

Die Grenzbeanſpruchungen der Diagonalen ſind:

$$D_m = \frac{n}{n+1}\,\frac{p\,l}{8\,f}\,d_m, \qquad D_m = -\frac{n}{n+1}\,\frac{p\,l}{8\,f}\,D_m, \tag{5.}$$

und diejenigen der Vertikalen:

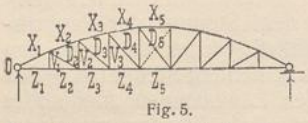


Fig. 5.

$$\left.\begin{aligned} V_m &= \mathfrak{V}_m - \frac{(m-1)\,(n-m-1)^2}{(n-m)\,n-m+1}\,\frac{p\,\lambda}{2}, \\ V_m &= \mathfrak{V}_m + (n-m+1)\,\frac{(n-m)\,(m+1)-m+1}{(n-m)\,n-m+1}\,\frac{p\,\lambda}{2}. \end{aligned}\right\} \tag{6.}$$

Eine Ausnahme macht bei gerader Felderzahl die mittlere Vertikale, für welche die Grenzbeanſpruchungen:

$$V_m = \mathfrak{V}_m, \qquad V_m = \mathfrak{V}_m + p\,\lambda. \tag{7.}$$

Anſtatt 5., 6. kann man etwas zu ungünſtig ſetzen:

$$D_m = \frac{p\,l}{8\,f}\,d_m, \qquad D_m = -\frac{p\,l}{8\,f}\,d_m, \tag{8.}$$

$$\left.\begin{aligned} V_m &= \mathfrak{V}_m - (m-1)\,(n-m-1)\,\frac{p\,\lambda}{2\,n}, \\ V_m &= \mathfrak{V}_m + (m+1)\,(n-m+1)\,\frac{p\,\lambda}{2\,n}. \end{aligned}\right\} \tag{9.}$$

Ableitung der gegebenen Formeln und der entſprechenden für andre Stellung der Diagonalen in ihren Feldern, für Segmentträger mit horizontalem Obergurt, Linſenträger und Sichelträger [2], §§ 41, 42, Beiſpiele der Anwendung [3] *B* 54, 57. Berechnung für bewegte Radlaftzüge [3], *B* 55, mit Laftäquivalenten p anſtatt Radlaftzügen [3], *B* 56, für ſchiefen Winddruck [3], *B* 57. Die Gleichungen 5., 8., wie die entſprechenden für andre Fälle, zeigen, daß ſämtliche Diagonalen des Parabelträgers einfachen Syſtems ſowohl Zug als Druck erleiden können. Sollen ſie nur für Zug widerſtandsfähig hergeſtellt werden, ſo ſind in allen Feldern Gegendiagonalen nötig (ſ. d. und Fig. 2). Wenn bei ungerader Felderzahl keine Gegendiagonalen angewendet werden, muß die eine der im mittleren Felde von Fig. 5 zur Herſtellung der Symmetrie angedeuteten zwei Diagonalen wirkungslos bleiben, was ſich durch Verbindung mit Schrauben in länglichen Löchern erreichen läßt (vgl. Paralleltträger). Werden jedoch in jedem Felde zwei auf Zug und Druck widerſtandsfähige Diagonalen angeordnet, ſo entſteht ein Parabelträger doppelten Syſtems (ſ. z. B. Fig. 3), für welchen auf Grund der Zerlegung in einfache Syſteme (ſ. hierüber Bd. 3, S. 543) analoge Formeln wie die obigen abgeleitet wurden [2], §§ 96, 97, Beiſpiele der Berechnung [3], *B* 122—124.

Selbſtverſtändlich gelten die unter Fachwerke, ſtatiſch beſtimmte (Bd. 3, S. 548) und ſtatiſch unbeſtimmte (Bd. 3, S. 551), Fachwerke mehrfachen Syſtems (Bd. 3, S. 543), Balkenfachwerke (Bd. 1, S. 526) und Bogenfachwerke (Bd. 2, S. 161), Grenzwerte (Bd. 4, S. 626) angeführten Formeln und Berechnungsmethoden in den betreffenden Fällen auch für Parabelträger. Für parabolifche Balkenfachwerke einfachen Syſtems mit Vertikalen läßt ſich auf Grund obiger und analoger Formeln ausſprechen [2], S. 133, 134: Iſt ein Parabelträger auf der ganzen Spannweite gleichmäßig belaſtet, dann ſind die Beanſpruchungen aller Diagonalen gleich Null und die Beanſpruchungen der Gurtungsſtäbe proportional ihren Längen; die Beanſpruchungen der Vertikalen haben gleichen Wert, falls wie gewöhnlich das Verhältnis der Knotenpunktlaften im Obergurt und Untergurt für alle als gleich gilt. Wenn bei gleichmäßig auf die Spannweite verteiltem Eigengewicht die Verkehrslaft mit p pro Längeneinheit auf die ergriffene Strecke gleichmäßig verteilt iſt, dann ſind die Horizontalkomponenten der Grenzbeanſpruchungen aller Diagonalen und die beiden Grenzbeanſpruchungen jeder beſtimmten Diagonale dem Zahlenwerte nach proportional p, alſo bei gleichem p numeriſch gleich. In letzterem Falle ſind ſowohl die Grenzbeanſpruchungen der Diagonalen unter ſich, als die oberen Grenzbeanſpruchungen und unteren Grenzbeanſpruchungen der Gurtungsſtäbe je unter ſich proportional den Stablängen. Dieſe Sätze ergeben ſich auch für Parabelträger doppelten Syſtems mit gekreuzten Diagonalen (z. B. Fig. 3), wenn die Berechnung auf Grund der Zerlegung in einfache Syſteme erfolgt [2], §§ 96, 97. — Ueber parabolifche Bogenfachwerke ſ. Bogenfachwerke und [2], §§ 75, 79; [3], *B* 91, 96, 97; [8], II, S. 199.

Literatur: [1] Winkler, Theorie der Brücken, II Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1880, S. 127—155. — [2] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 63, 131, 133, 334, 336. — [3] Derſ., Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, ebend. 1888, S. 104, 239—254, 307, 320, 507—511. — [4] Bittner, Einflußlinien für die Spannungen der Gitterſtäbe beim Parabelträger, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1897, S. 449. — [5] Die kubiſche Parabel als Trägerform, Centralbl. d. Bauverwaltung 1899, S. 19, 180, 230 (vgl. hiezu Pauliſche Träger und Ellipſenträger). — [6] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonſtruktionen (Handb. d. Architektur, 1. Teil, 1. Bd., Heft 2), Stuttgart 1899, S. 190. — [7] Häfeler, Der Brückenbau, 1. Teil, 4. Lief.,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Braunschweig 1900, S. 459, 464, 539. — [8] Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, I, Leipzig 1901, S. 291; II, Leipzig 1903, S. 199. *Weyrauch.*

Parabelträger, Balkenfachwerkträger, deren Gurte einer Parabel eingeschrieben und über den Auflagern zusammengeführt sind, zum Unterschiede von dem Halbparabelträger (s. d.) oder abgestumpften Parabelträger, wo letzteres nicht der Fall ist.

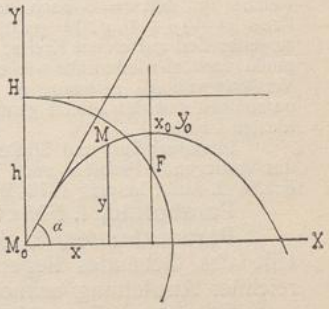
Sind beide Gurte in entgegengesetztem Sinne gekrümmt, so daß in der Trägermitte die größte Trägerhöhe vorhanden ist, so entsteht ein Linsenträger (s. d.) oder Fischträger, bei gleichsinniger Krümmung ein Sichelträger. Die häufigste Anwendungsform ist aber jene, bei welcher nur ein Gurt parabolisch, der andre hingegen gerade ist. Solcherart waren auch die ersten, insbesondere in England zur Ausführung gebrachten krummgurtigen Fachwerkträger, welche als Bowstringträger bezeichnet wurden. Die deutsche Bezeichnung Bogensehnenträger (s. d.) wird aber jetzt auch auf Bogenträger mit Zugband angewendet. Der gerade Gurt des Parabelträgers erfährt bei gleichmäßig verteilter Vollbelastung durchaus gleiche Spannung, der polygonale Gurt gegen die Trägerenden hin etwas vergrößerte Spannung. Die Ausfachungsstäbe sind nur schwach, am stärksten in den mittleren Feldern beansprucht. Ueber die Vor- und Nachteile der Parabelträger für Brückenüberbauten s. Brücken, eiserne. — Der Parabelträger kann auch als kontinuierlicher Träger über mehrere Oeffnungen ausgeführt werden. Formt man hierbei die Gurtungen nach zwei sich durchschneidenden Parabeln, so läßt sich erreichen, daß an jeder Stelle die Höhe des Trägers dem daselbst herrschenden Momente für Vollbelastung proportional ist, die Horizontalkomponenten der Gurtkräfte sonach durchaus gleich werden. Für teilweise Belastung würde allerdings die Höhe in der Nähe der Durchschneidungspunkte der Gurte nicht genügend fein und müssen an diesen Stellen besondere Verstärkungen angeordnet werden. Der kontinuierliche Parabelträger wurde zuerst von Ruppert 1867 in Vorschlag gebracht und für ein Projekt einer Bosporusbrücke (s. die Literatur) angewendet. Gerber hat die dieser Trägerform zugrunde liegende Idee auch auf den kontinuierlichen Gelenkträger ausgedehnt (Straßenbrücke über den Main bei Haßfurt).

Literatur: Ruppert, v., Neues System f. Eisenbrücken großer Spannweite, Wien 1867. *Melan.*

Graphische Berechnung. Parabelträger können nach dem allgemeinen Verfahren wie die Halbparabelträger (s. d.) berechnet werden. Bei gleichlangen Feldern ergeben sich aber, wenn eine Gurtung gerade ist, für das gleichmäßig verteilte Eigengewicht und für eine gleichförmige Verkehrslast (wie bei Straßenbrücken) ziemliche Vereinfachungen. In diesem Falle sind die Grenzwerte der Gurtungskräfte den Längen der Gurtungsstäbe proportional; und zwar ist die kleinste Gurtungskraft gleich $g\,l^2\,s : 8\,f\,h$ und die größte gleich $q\,l^2\,s : 8\,f\,h$ (g = Eigengewicht, q = volle Belastung pro Längeneinheit, l = Stützweite, h = Höhe des Trägers in der Mitte bezw. Pfeil der Parabel, auf der die Knotenpunkte der gekrümmten Gurtung liegen, f = Feldlänge, s = Stablänge). Das nämliche gilt von den größten Strebenkräften; sie sind gleich $p\,l\,s : 8\,(l+f)\,h$; (p = zufällige Last pro Längeneinheit). Die kleinsten Strebenkräfte sind, wenn Gegenstreben angewendet werden, gleich Null, dagegen wenn diese fehlen, ebensogroß, aber entgegengesetzt wie die größten Kräfte. Für die Pfosten ergeben sich bei geradem Untergurt die größten Zugkräfte konstant gleich $q\,f$, und die größten Druckkräfte können genähert nach der für die Streben gültigen Formel berechnet werden; man erhält die Kräfte hierbei stets etwas zu groß. — Besteht die zufällige Last aus einer Reihe von Einzellasten (Eisenbahnbrücke), so berechnet man die Gurtungen aus den Maximalmomenten in bezug auf die Knotenpunkte oder wie oben unter Zugrundelegung des der Stützweite entsprechenden Belastungsgleichwertes. Bei den Streben und Pfosten ist die Kurve der größten Querkräfte zu zeichnen, und daraus sind die größten Stabkräfte abzuleiten (s. Halbparabelträger). Besitzt der Träger Gegenstreben, so sind für die Pfosten überdies die größten Zugkräfte zu ermitteln; sie treten ein, wenn die ganze Spannweite belastet ist, und lassen sich auch hier genau genug gleich $q\,f$ setzen.

Literatur: Culmann, Graphische Statik, Zürich 1866; Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiserner Dach- und Brückenkonstruktionen, Hannover 1873; Tetmajer, Aeußere und innere Kräfte, Zürich 1875; Winkler, Theorie der Brücken, Heft 2, Wien 1881; Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, Bd. 1, Stuttgart 1905; Ritter, W., Anwendungen der graphischen Statik, 2. Teil, Zürich 1890; Keck, Graphische Statik, Hannover 1894. *Mörsch.*

Parabolische Bewegung eines Punktes ist diejenige, deren Beschleunigung nach Größe und Richtung konstant ist, ohne daß deren Geschwindigkeitsrichtung mit der Beschleunigungsrichtung zusammenfällt.



Sie tritt z. B. ein bei einem schweren Punkt, der unter einem Winkel α gegen die Horizontale in die Höhe geworfen wird. Für die Horizontale der Anfangslage M_0 (s. die Figur), welche die Projektion der anfänglichen Geschwindigkeitsrichtung auf den Horizont ist, als x-Achse und die aufwärts gerichtete Vertikale derselben als y-Achse sind die Gleichungen der parabolischen Bewegung

$$\frac{d^2x}{dt^2}=0,\quad \frac{d^2y}{dt^2}=-g,\quad \frac{d^2z}{dt^2}=0,$$

wo g die konstante Beschleunigung z. B. der Schwere ist, und es folgt aus ihnen, wenn

$$x=y=z=0,\quad \frac{dx}{dt}=a,\quad \frac{dy}{dt}=b,\quad \frac{dz}{dt}=0$$

die Koordinaten und die Komponenten der Geſchwindigkeit zur Zeit $t=0$ ſind, allgemein für die Zeit t: $v_x=\frac{dx}{dt}=a$, $v_y=\frac{dy}{dt}=b-gt$, $\frac{dz}{dt}=0$; $x=at$, $y=bt-\frac{1}{2}gt^2$, $z=0$. Demnach iſt 1. die Bewegung eine ebene ($z=0$), erfolgend in der Vertikalebene der Anfangsgeſchwindigkeit. 2. Die Geſchwindigkeit v_y der Vertikalprojektion der Bewegung iſt Null zur Zeit $t=b:g$ und hierfür wird $x_0=ab:g$, $y_0=\frac{1}{2}b^2:g$, welches die Koordinaten des höchſten Punktes ſind, den der bewegliche Punkt erreicht (Scheitel der Bahn). 3. Verlegt man den Urſprung des Koordinatenſyſtems in dieſen Scheitel und kehrt den Sinn der y-Achſe um, ſo wird die Gleichung der Bahn $x^2=\frac{2a^2}{g}y$. Demnach iſt die Bahn eine Parabel vom Parameter $a^2:g$ und vertikaler Hauptachſe. 4. Da die Directrix der Parabel um den halben Teil des Parameters vom Scheitel abſteht, ſo iſt die Höhe h der Directrix über die Anfangslage

$$h=y_0+\frac{a^2}{2g}=\frac{a^2+b^2}{2g}=\frac{1}{2}\frac{v_0^2}{g},$$

wenn v_0 die Anfangsgeſchwindigkeit iſt, deren Komponenten $a=v_0\cos\alpha$, $b=v\sin\alpha$ ſind. h iſt unabhängig von α, daher haben alle Bahnen des Punktes, die den verſchiedenen Werten von α entſprechen, dieſelbe Directrix. Sie liegt in einer Höhe h über der Anfangslage M_0, bis zu welcher der bewegliche Punkt mit der Anfangsgeſchwindigkeit v_0 würde vertikal aufſteigen können. 5. Für die Geſchwindigkeit v als Funktion von t ergibt ſich $v^2=v_x^2+v_y^2=a^2+(b-gt)^2$ oder mit Rückſicht auf $y=bt-\frac{1}{2}gt^2$ auch: $v^2=2g(h-y)$. Die Geſchwindigkeit v iſt daher ſo groß als die eines Punktes, der von der Directrix bis zur Bahnſtelle heruntergefallen wäre. 6. Die Wurfweite w iſt die doppelte Abſziſſe des Scheitels $w=2ab:g=\frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha$. Sie wird ein Maximum für $\alpha=\frac{1}{4}\pi$. 7. Die Flugzeit t_0, während der die Horizontalprojektion des beweglichen Punktes die Wurfweite mit der konſtanten Geſchwindigkeit a zurücklegt, iſt:

$$t_0=\frac{w}{a}=\frac{2b}{g}=\frac{2v_0}{g}\sin\alpha,$$

alſo dem Sinus des Elevationswinkels α proportional. 8. Eliminiert man t zwiſchen den Gleichungen

$$x=at,\ y=bt-\tfrac{1}{2}gt^2 \text{ und ſetzt } a=v_0\cos\alpha,\ b=v_0\sin\alpha,\ \frac{v_0^2}{2g}=h$$

ein, ſo erhält man die Gleichung $x^2\sec^2\alpha-4h\operatorname{tg}\alpha\cdot x+4hy=0$, mit Hilfe deren man den Winkel α finden kann, unter dem der Punkt von M_0 aus geworfen werden muß, um einen beſtimmten Punkt xy zu treffen. Dieſe Gleichung zweiten Grades zeigt, daß derſelbe im allgemeinen durch zwei verſchiedene Würfe erreichbar iſt, einen ſteilen und einen flachen Wurf. 9. Die Anfangslage M_0 befindet ſich auf allen möglichen Bahnen. Da dieſe alle eine gemeinſame Directrix haben, ſo liegt M_0 von allen Brennpunkten um die Strecken h ab, und die Brennpunkte ſämtlicher Bahnen liegen daher auf einem um die Anfangslage M_0 mit h als Radius beſchriebenen Kreiſe. 10. Die Koordinaten des Scheitels $x=ab:g$, $y\,\frac{1}{2}b^2:g$ gehen durch Einführung von α und h über in $x=h\sin 2\alpha$, $y=h\sin^2\alpha$. Die Elimination von α zeigt, daß die Scheitel aller paraboliſchen Bahnen auf einer Ellipſe liegen, deren Hauptachſen vertikal und horizontal ſind und die Länge $2h$ und h haben, ſo daß die Mitte von h der Mittelpunkt derſelben iſt. 11. Soll ein Punkt M auf einer Geraden M_0G getroffen werden, ſo findet man die Brennpunkte der beiden Parabeln, die durch ihn hindurchgehen, als die Durchſchnitte eines um M beſchriebenen, die gemeinſame Directrix aller Parabeln berührenden Kreiſes mit dem Ort der Brennpunkte. Der entfernteſte Punkt M auf M_0G, der noch erreichbar iſt, wird erhalten als der Mittelpunkt M eines Kreiſes, der den Ort der Brennpunkte berührt. Für ihn fallen die beiden Brennpunkte und mithin auch die beiden durch ihn hindurchgehenden Parabeln zuſammen. Er liegt daher auch auf der Enveloppe aller Parabeln. Er iſt aber von M_0 ebenſo weit entfernt als von einer horizontalen Geraden $H'G'$, die von M_0 um $2h$ abſteht. Daher hüllen die ſämtlichen Parabeln eine große Parabel ein, deren Brennpunkt M_0, deren Parameter $4h$ und deren Achſe die Vertikale von M_0 iſt. 12. Die Koordinaten eines zur Zeit $t=0$ auf irgendeiner der Parabeln von M_0 ausgegangenen Punktes haben zur Zeit t die Werte $x=v_0\cos\alpha\cdot t$, $y=v_0\sin\alpha\cdot t-\frac{1}{2}gt^2$. Eliminiert man hieraus α, ſo ergibt ſich als Ort aller Punkte, welche zur Zeit $t=0$ nach den verſchiedenſten Richtungen ausgegangen ſein können, der Kreis $x^2+(y+\frac{1}{2}gt^2)=(v_0t)^2$, d. h. alle Punkte, die von M_0 zu gleicher Zeit ausgehen, liegen zu jeder Zeit auf einem Kreiſe, deſſen Radius der Zeit proportional wächſt und deſſen Mittelpunkt vertikal niederſinkt wie ein ſchwerer Punkt. 13. Läßt man die Ebene der Figur um die Vertikale von M_0 rotieren, ſo erzeugt die Parabel, die alle Bahnen einhüllt, ein Rotationsparaboloid und der zuletzt genannte Kreis eine Kugelfläche. Man erhält das Phänomen einer idealen Fontäne.

Literatur: Tait und Steele, Treatise on dynamics of a partie, Bd. 6, London 1889, worin das vorliegende Problem auch ſynthetiſch gelöſt iſt; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 360—368. *(† Schell) Finſterwalder.*

Paraboloid, ſ. Flächen, Bd. 4, S. 60.

Paradezimmer, in Schlöſſern und Prachtgebäuden Räume, die im Hauptteile des Gebäudes liegen und zum feſtlichen Empfange dienen, daher mit reichſter Ausſtattung anzuordnen ſind. *Weinbrenner.*

Paradies, Paradis oder Paradiſus, wurde bei den altchriſtlichen Baſiliken der Vorhof oder das Atrium genannt. In den mittelalterlichen Kirchen erhielt die äußere, meiſt ſäulengeſtützte Vorhalle (ſ. Fig. 1 und 2 auf nächſter Seite)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

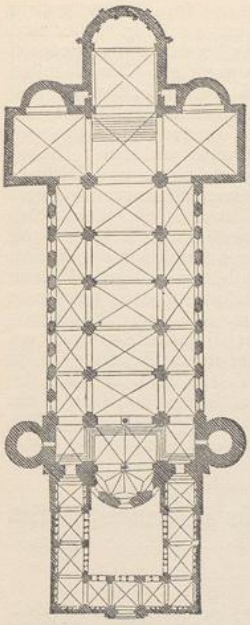


Fig. 2. Grundriß der Abteikirche zu Laach.



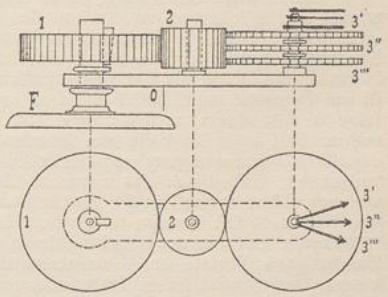
Fig. 1. Vorhalle (Paradies) der Abteikirche zu Laach.

dieſen Namen. Auch die über dieſem Raum gelegene Loge wird hierunter verſtanden. *Weinbrenner.*

Paradiesholz oder Aloeholz, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 698.

Paradoxon von Ferguſon iſt ein Umlaufgetriebe, von dem Erfinder „Mechanical paradox" genannt, der dasſelbe zur Veranſchaulichung der Erdſtellungen gegen die Sonne und der Veränderung der Mondbahnlage gegen die Ekliptik und die parallel bewegte Erdachſe verwendet hat.

In untenſtehender Figur befindet ſich auf dem feſten Fuß F eines in Aufriß und Grundriß dargeſtellten Umlaufgetriebes (ſ. d.) ein Zahnrad 1 befeſtigt, und ferner rotiert um eine Achſe dieſes Fußes der Arm 0. Dieſer Arm 0 trägt eine Achſe mit dem Zahnrade 2 und eine Achſe mit den drei koaxialen Zahnrädern $3'$, $3''$, $3'''$. Das Zahnrad 2 greift in das ruhende Zahnrad 1 und zugleich in die drei koaxialen Zahnräder $3'$, $3''$, $3'''$. Das Zahnrad 1 ſowie das Zahnrad $3''$ iſt mit einer Anzahl z Zähnen verſehen; ferner iſt das Zahnrad $3'$ mit $z+1$, das Zahnrad $3'''$ mit $z-1$ Zähnen verſehen. Sind nun an dieſe Zahnräder die im Grundriß gleich bezeichneten Zeiger $3'$, $3''$, $3'''$ angebracht, die auf den betreffenden Radachſen befeſtigt ſind, ſo wird bei Drehung des Armes 0 der Zeiger $3''$ in allen Lagen zu ſich parallel bleiben; dagegen werden ſich aber die Zeiger $3'$, $3'''$ im entgegengeſetzten Sinne in bezug auf den Zeiger $3''$ drehen. Infolge dieſer Bewegungsvorgänge, die wegen der ſcheinbaren Gleichheit der drei Zahnräder $3'$, $3''$, $3'''$ nicht erwartet werden, hat man dieſes Umlaufgetriebe das Paradoxon von Ferguſon genannt.



Literatur: Ferguſon, J., Select mechanical exercises, sec. edit., London 1778, S. 44; ferner mitgeteilt in Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, S. 496, Leipzig 1888. *Burmeſter.*

Paraffine, geſättigte oder Grenzkohlenwaſſerſtoffe, Sumpfgas-, Methan- oder Aethan-Kohlenwaſſerſtoffe, Aethane, Alkane, die homologe Reihe derjenigen Kohlenſtoff-Waſſerſtoffverbindungen, in welchen die Kohlenſtoffatome nur durch einfache Bindungen miteinander verknüpft und die freien Affinitäten derſelben durch Waſſerſtoffatome vollkommen abgeſättigt ſind.

Das erſte Glied dieſer Reihe iſt Methan CH_4, auf dieſes folgen Aethan C_2H_6, Propan C_3H_8, Butan C_4H_{10} u. ſ. w. Das letzte bekannte Glied iſt das Dimyricyl $C_{60}H_{122}$. Die allgemeine Formel dieſer Kohlenwaſſerſtoffe iſt daher C_nH_{2n+2}. Von dem Butan C_4H_{10} an tritt jedes Glied der Reihe in mehreren ſtrukturiſomeren Modifikationen, ſo das Butan in 2, das Pentan in 3, das Hexan in 6 Iſomeren auf. Vom Heptan C_7H_{16} ſind 9, vom Oktan C_8H_{18} 18, vom Tridekan $C_{13}H_{28}$ bereits 802 Iſomere möglich. Die Anzahl der Iſomeren wächſt alſo raſch mit der ſteigenden Kohlenſtoffanzahl der Paraffine, und die Urſache dieſer Iſomerie iſt bedingt durch den verſchiedenen Bau des Kohlenſtoffkeletts, durch die verſchiedene Art, wie die einzelnen Kohlenſtoffatome zu einer fortlaufenden oder zu verzweigten Ketten miteinander verknüpft ſind. Die wichtigſten Glieder der Paraffine ſind bei gewöhnlicher Temperatur Gaſe, die mittleren Glieder Flüſſigkeiten von petroleumartigem Geruch, die höheren feſte Körper, die nur im

Vakuum unzerſetzt deſtilliert werden können. Schmelzpunkt, Siedepunkt und ſpezifiſches Gewicht ſteigen mit den Molekulargewichten, doch iſt das ſpez. Gew. ſtets kleiner als 1. In Waſſer ſind die Grenzkohlenwaſſerſtoffe unlöslich; die Löslichkeit in Alkohol und Aether iſt bei den niederen Gliedern zunächſt ſehr groß, nimmt aber mit ſteigendem Molekulargewicht ab. Die höchſten Glieder ſind auch in dieſen Löſungsmitteln unlöslich. Die Paraffine ſind ſehr beſtändige und wenig reaktionsfähige Körper; ſie werden weder von Schwefelſäure noch von Brom abſorbiert, von rauchender Salpeterſäure und Chromſäure in der Kälte nicht angegriffen, in der Wärme dagegen ohne Bildung von Zwiſchenprodukten gleich zu Kohlendioxyd und Waſſer verbrannt. Durch Einwirkung der Halogene entſtehen Subſtitutionsprodukte (ſ. Aethylchlorid und Chlormethyl), mittels deren die Paraffine leicht in andre Derivate umgewandelt werden können. Die Paraffine entſtehen bei der trockenen Deſtillation von Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle; ſie ſind daher im Leuchtgas, in den leichten Teerölen und im Petroleum enthalten. Beſonders das amerikaniſche Erdöl (Petroleum) ſtellt ein faſt ausſchließliches Gemenge von Paraffinen dar, in dem dieſe vom Methan bis zu den höchſtſiedenden Gliedern vorkommen. In reinem Zuſtande können die einzelnen Kohlenwaſſerſtoffe aus dieſen Gemengen nur mit großen Schwierigkeiten gewonnen werden. Man beſitzt daher zur Reindarſtellung der Paraffine eine ganze Reihe von künſtlichen Bildungsweiſen, die jedoch ohne techniſches Intereſſe ſind; ſ. darüber [1] ſowie Aethan und Methan. Durch Austritt von Waſſerſtoffatomen leiten ſich von den Grenzkohlenwaſſerſtoffen Reihen von ungeſättigten Kohlenwaſſerſtoffen ab, von welchen die Olefine C_nH_{2n} und die Reihe der Acetylenkohlenwaſſerſtoffe C_nH_{2n-2} die wichtigſten ſind. S. Aethylen und Acetylen.

Literatur: [1] Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, 3. Aufl., Hamburg und Leipzig 1893, Bd. 1, S. 99 ff.; Schmidt, E., Pharm. Chemie, 2. Teil, Braunſchweig 1901. *(Kerp) Bujard.*

Paraffinierherd, ſ. Zündwaren.

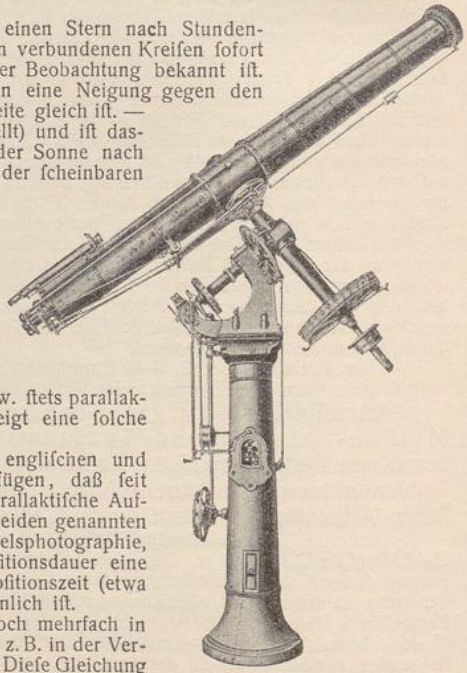
Paraffinmaſſe, -öl, ſ. Mineralöle.

Paraffinol, eine Auflöſung von Paraffin oder Ceresin in Benzin, anſtatt Lack für Holz- und Metallmodelle verwendet. *Andés.*

Paragonit, ſ. Glimmer.

Paraklaſe, ſ. Lithoklaſen.

Parallaktiſch. Parallaktiſch aufgeſtellt heißt (ſeit D. Caſſini) ein Fernrohr, mit dem man ein Geſtirn auf ſeiner ſcheinbaren Tagesbahn bequem verfolgen kann, d. h. deſſen Achſenſyſtem ſo zur Fundamentalebene des Aequators geſtellt iſt, daß ſeine Bewegung einmal um eine Achſe erfolgen kann, die der Erd-(Welt-)Achſe parallel ſteht, und ſodann um eine Achſe, die zu dieſer ſenkrecht, alſo parallel zur Aequatorebene liegt.



Durch dieſe Einrichtung iſt es möglich, einen Stern nach Stundenwinkel und Deklination an den mit den Achſen verbundenen Kreiſen ſofort einzuſtellen, wenn die Sternzeit im Moment der Beobachtung bekannt iſt. Die erſtere Achſe, die Stundenachſe, hat dann eine Neigung gegen den Horizont des Ortes, die der geographiſchen Breite gleich iſt. — Iſt ein Fernrohr parallaktiſch montiert (aufgeſtellt) und iſt dasſelbe ſo mit einem nach Sternzeit (im Falle der Sonne nach wahrer Zeit oder im Falle des Mondes nach der ſcheinbaren angulären Mondbewegung) regulierten Uhrwerk verbunden, daß dieſes das Fernrohr ſtets ſo viel von Oſt nach Weſt dreht, als die Erde ſich von Weſt nach Oſt bewegt, ſo wird das Geſtirn an der gleichen Stelle des Geſichtsfeldes bleiben. Das hat große Vorteile bei Mikrometerbeobachtungen, bei phyſikaliſchen Unterſuchungen an Geſtirnen u. dergl. — Da ſolche Meſſungen meiſt mittels größerer Fernrohre vorgenommen werden, pflegt man ſolche im Gegenſatz zu kleinen Inſtrumenten, Meridiankreiſen, Altazimuten u. ſ. w. ſtets parallaktiſch aufzuſtellen. Die nebenſtehende Figur zeigt eine ſolche parallaktiſche Montierung.

Der im Art. Aequatoreal erwähnten engliſchen und deutſchen äquatorialen Aufſtellung iſt beizufügen, daß ſeit einigen Jahren Repſold in Hamburg eine parallaktiſche Aufſtellung ausgeführt hat, welche die Vorteile der beiden genannten Syſteme vereinigt, für Inſtrumente zur Himmelsphotographie, wo wegen der oft notwendigen langen Expoſitionsdauer eine Umlegung des Inſtruments inmitten dieſer Expoſitionszeit (etwa zur Zeit des Meridiandurchgangs) nicht gut tunlich iſt.

Im andern Sinne wird „parallaktiſch“ noch mehrfach in der Aſtronomie und in der Meßkunſt gebraucht, z. B. in der Verbindung „Parallaktiſche Gleichung des Mondes“. Dieſe Gleichung reſultiert aus dem Umſtand, daß die Bewegung des Mondes nicht um das Zentrum der Erde, ſondern um den Schwerpunkt des Syſtems beider Himmelskörper erfolgt; das hat zur Folge, daß die Länge der Sonne kleinen periodiſchen Schwankungen unterworfen iſt, die den obigen Namen führen. Parallaktiſche Verſchiebung bedeutet ſchließlich jede Veränderung zwiſchen

Bild des Objekts in einem Fernrohr oder Mikroſkop gegen die Meßeinrichtung (Fäden), die durch Nichtzuſammenfallen von Bildebene und Fadenebene bedingt wird. Parallaktiſcher Winkel heißt in der ſphäriſchen Aſtronomie oft der (auch als Variation bezeichnete) „Winkel am Stern“ in dem aſtronomiſchen Dreieck Zenit—Pol—Stern; vgl. die Artikel Dreieck, aſtronomiſches, und Koordinaten am Himmel (Bd. 5, S. 624). *Ambronn.*

Parallaxe (von $\pi\alpha\varrho\alpha\lambda\lambda\acute{\alpha}\sigma\sigma\varepsilon\iota\nu$ = wechſeln) nennt man die Richtungsverſchiedenheit zweier Strahlen, die von zwei verſchiedenen (verhältnismäßig nahe beieinander gelegenen) Punkten nach einem dritten hinzielen. Daher auch den Winkel, unter welchem eine gegebene Strecke von einem entfernten Punkt aus geſehen erſcheint. Weiterhin nennt man ſo die Verſchiebung, die durch kleine Bewegungen des Auges (z. B. auch durch das ſtereoſkopiſche Sehen beider Augen) in der Koinzidenz von Objekten oder deren Bildern hervorgebracht wird.

Denkt man ſich die Strecke a (Fig. 1) von dem weitentfernten Punkt S aus unter dem Winkel ε geſehen, ſo kann man dieſen die Parallaxe des Objektes S mit Bezug auf a nennen. Der Betrag dieſer Parallaxe wird bei gleichbleibendem Werte von $D = AS$ offenbar von dem Winkel BAS abhängig ſein. Das Maximum wird ε erreichen für $AS = BS$ mit $\operatorname{tg} \varepsilon/2 = {}^1/_\varrho \cdot a/D$. Null wird ε werden, wenn S in der Richtung AB liegt. Da es ſich bei allen Parallaxenrechnungen ſtets (ſelbſt im Falle des Mondes) nur um kleine Winkel (die 1° nicht überſchreiten, meiſt aber unter 1′ bleiben) handelt, ſo kann man faſt immer (nur eben beim Mond nicht) an Stelle der obigen Gleichung ſetzen $\varepsilon'' = a/D \cdot \varrho''$, wo $\varrho'' = 206\,265$ bedeutet. Es geht daraus hervor, daß unter den gemachten Vorausſetzungen die Parallaxe umgekehrt proportional der Entfernung iſt. — In der Aſtronomie iſt unter der Strecke a entweder der Halbmeſſer des Erdäquators (für Entfernungen innerhalb des Sonnenſyſtems) oder der (mittlere) Erdbahnhalbmeſſer (= etwa 23 300 Erdhalbmeſſer; für Entfernungen der Fixſterne von unſerm Syſtem) zu verſtehen. Man unterſcheidet danach wohl auch tägliche und jährliche Parallaxe. Während für die Sonnenparallaxe die Verſchiedenheit der Länge der einzelnen Erdhalbmeſſer (Differenz der Länge des Aequator- und des Polhalbmeſſers in Teilen des Halbmeſſers etwa ${}^1/_{300}$) kaum in Betracht kommt und man deshalb hier nur von Horizontalparallaxe und Höhenparallaxe ſpricht (ſ. unten), iſt die Entfernung des Mondes ſo gering (rund nur 60 Erdhalbmeſſer im Mittel), daß bei ihm zunächſt von der Aequatorialhorizontalparallaxe (Winkel, unter dem vom Mondmittelpunkt aus der Aequatorhalbmeſſer der Erde erſcheint) zu ſprechen iſt; ferner kommt beim Mond auch eine merkliche Seitenparallaxe (Azimutalparallaxe) in Betracht. (Dieſe wird durch den Umſtand bedingt, daß die durch die Normale am Beobachtungsort und das Zentrum des Mondes gelegte Ebene nicht durch den Mittelpunkt der Erde geht, außer wenn ſie mit dem Meridian zuſammenfällt.) Endlich iſt beim Mond auch die „parallaktiſche Vergrößerung des ſcheinbaren Mondhalbmeſſers“ zu erwähnen; bei der Sonne iſt dieſe bereits, wenn es ſich nicht um ſehr genaue Meſſungen des Sonnendurchmeſſers handelt [1], unmerklich.

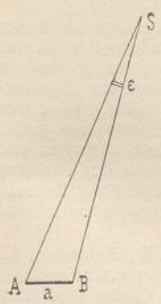


Fig. 1.

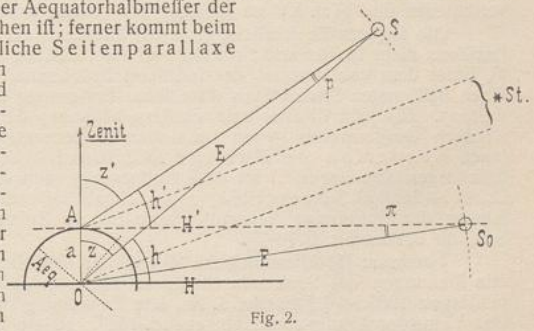


Fig. 2.

Die Höhenparallaxe eines Geſtirns (der Sonne, eines Planeten oder des Mondes; die Fixſterne haben keine Höhenparallaxe, weil ihre Entfernung im Vergleich mit dem Erdhalbmeſſer für jede Meſſungs- und Rechnungsſchärfe ∞ iſt) iſt der Unterſchied der Höhen eines Geſtirns über dem ſcheinbaren und über dem wahren Horizont des Beobachtungsorts oder der Unterſchied zwiſchen der geozentriſchen und der am Beobachtungspunkt gemeſſenen Zenitdiſtanz. — Iſt in Fig. 2 OA der Radius der Erde für A gültig und in S die Sonne oder ein Geſtirn, für welches der Quotient $OA : OS$ einen mit Bezug auf die Rechnungsſchärfe merklichen Wert hat, ſo iſt $p = h - h' = z' - z$ die Höhenparallaxe des Geſtirns für die Zenitdiſtanz z. Dieſe parallaktiſche Reduktion p einer gemeſſenen Zenitdiſtanz auf den Erdmittelpunkt wird für $z = 0$ auch gleich Null, und für $z = 90°$ erreicht ſie ihr Maximum für den betreffenden Ort; liegt der Beobachtungsort am Aequator, ſo wird im letzteren Fall $p = \pi =$ Horizontaläquatorialparallaxe. Dieſe wird für die einzelnen Körper unſers Sonnenſyſtems inſofern eine Konſtante ſein, als man ſie auf die Einheit der Entfernung (mittlere Entfernung der Erde von der Sonne) bezieht, ſie wird aber veränderlich ſein je nach der im Verfolg des Umlaufes der Planeten u. ſ. w. um die Sonne ſich ändernden Entfernungen Erde—Planet. Mit Hilfe der in den aſtronomiſchen Jahrbüchern gegebenen Werte der jeweiligen Aequatorialhorizontalparallaxe π iſt für die betreffende Zenitdiſtanz dann die Höhenparallaxe nach $p = \pi \cos h' = \pi \sin z'$ zu berechnen. (Die Höhenparallaxe wirkt der Refraktion [ſ. d.] entgegen; iſt r die Refraktion, ſo iſt die Geſamtreduktion einer gemeſſenen Höhe oder Zenitdiſtanz, falls p überhaupt einen merklichen Wert erreicht $[r - p] \left\{\begin{matrix}\text{von}\\ \text{zu}\end{matrix}\right\}$ einer gemeſſenen $\left\{\begin{matrix}\text{Höhe}\\ \text{Zenitdiſtanz}\end{matrix}\right\}$ zu $\left\{\begin{matrix}\text{ſubtrahieren}\\ \text{addieren}\end{matrix}\right\}$.) Für einen Fixſtern (vgl. * St in Fig. 2) iſt die tägliche Parallaxe 0, ASt und OSt ſind parallel.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Größe von π für die Sonne, die (Aequatorial-) Horizontalparallaxe der Sonne iſt das Grundmaß für alle Abmeſſungen im Weltraum. Dieſer Winkel $\pi_\odot$, unter dem der Aequatorhalbmeſſer der Erde vom Sonnenmittelpunkt aus erſcheint bei dem mittleren Abſtand der Erde von der Sonne, wurde nach Encke lange zu 8″,57 angenommen [2]; es war aber ſchon in den 1860er Jahren bekannt, daß dieſer Wert zu klein ſein mußte, da eine Reihe andrer Methoden als die Venusvorübergänge größere Zahlen lieferten [3], die bis auf 8″,9 gingen. Neuerdings betrachtet man aber den Wert 8″,80 als den wahrſcheinlichſten [4]; eine der neueſten Beſtimmungen iſt die von Gill und Elkin aus Meſſungen in den Oppoſitionen dreier Planetoiden, 8″,804 ± 0″,005. Auf die Art der Beſtimmung (Venusvorübergänge leiſten nicht das Beſte; Oppoſitionen von Mars und von kleinen Planeten, gegenwärtig beſonders der Planet [433] Eros, welcher der Erde in günſtigen Oppoſitionen noch näher kommen kann als Mars) kann hier nicht eingegangen werden. Infolge der elliptiſchen Geſtalt der Erdbahn (numeriſche Exzentrizität rund 0,017) verhalten ſich der Maximalwert und Minimalwert von $\pi_\odot$ (jener zur Zeit des Perihels, Anfang Januar, dieſer zur Zeit des Aphels, Anfang Juli, vorhanden) wie $(1 + 0{,}017) : (1 - 0{,}017)$ oder wie 1,033 : 1.

Die Horizontalparallaxen der Planeten ſind für die uns nach innen (der Sonne zu) und nach außen benachbarten Planeten ſehr ſtark veränderlich, da die *D* für dieſe Planeten in ſehr weiten Grenzen ſchwanken. Aber z. B. die Bahn des Jupiter ſchon umſchließt die Erdbahn in einem verhältnismäßig ſo großen Kreis, daß die Erdhalbmeſſerparallaxe des Jupiter nur zwiſchen etwa $1\frac{1}{2}$″ und 2″ ſchwankt. Für Venus ſchwankt die Horizontalparallaxe zwiſchen 33″ und 5″, für Mars zwiſchen 23″ und 13″. Für den Mond liegt die Aequatorialhorizontalparallaxe zwiſchen 61′,4 (Perigäum) und 53′,9 (Apogäum). Wegen der Höhenparallaxe, Seitenparallaxe und parallaktiſchen Halbmeſſervergrößerung des Mondes, die bei allen Mondbeobachtungen zur Längenbeſtimmung (ſ. d., ferner Monddiſtanzen) in Betracht kommen, muß auf die Literatur verwieſen werden, z. B. [5] und [6]. Ebenſo auch in Beziehung auf den Einfluß der Parallaxe eines Himmelskörpers auf ſeine AR und δ.

Zur Verwendung bei den Aufgaben der praktiſchen ſphäriſchen Aſtronomie ſind in den Aſtronomiſchen Jahrbüchern (ſ. d.) die Aequatorialhorizontalparallaxen von Sonne, Mond und Planeten in paſſenden Zeitintervallen fortlaufend angegeben, im Nautiſchen Jahrbuch z. B. für den Mond mit 12^h Intervall, für die vier hellen Planeten von 10 zu 10 Tagen, für die Sonne für jeden Erſten des Monats. Die Angaben für die Sonne ändern ſich im Lauf der Jahre nicht, da die Werte von $\pi_\odot$ an denſelben Tagen verſchiedener Jahre nicht weſentlich voneinander verſchieden ſind (Taf. XV im Anhang des Nautiſchen Jahrbuchs).

Die ſogenannte jährliche (ſ. oben) Parallaxe der Fixſterne kommt für die Zwecke dieſes Lexikons nicht in Betracht; erwähnt ſei nur, daß ſie für einen beſtimmten Fixſtern der Winkel iſt, unter dem von ihm aus der (mittlere) Erdbahnhalbmeſſer erſcheint. Wäre dieſer Winkel für einen beſtimmten Stern 1″, ſo wäre ſeine Entfernung 206 265 Erdbahnhalbmeſſer oder „Sonnenweiten“. Bis jetzt iſt aber kein Fixſtern bekannt, der eine Parallaxe von 1″ hätte, unter den wenigen einigermaßen genau bekannten Fixſternparallaxen iſt die von α Centauri die größte (nach Henderſon und Maclear 1832/33 und 1839 0″,92, nach neueren Beſtimmungen von Elkin am Kap nur 0″,7 bis 0″,8 Entfernung nach der erſten Zahl 224000, nach der letzteren 295000—258000 Sonnenweiten, entſprechend $3\frac{1}{2}$ oder $4\frac{1}{2}$ Jahren, die das Licht zur Zurücklegung der Entfernung braucht). Eine neuere Zuſammenſtellung von Fixſternparallaxen und Schlüſſe daraus ſ. z. B. in [7].

Literatur: [1] Aſtronomiſche Mitteil. der Kgl. Sternwarte zu Göttingen, VII., Ambronn, L., Die Meſſungen des Sonnendurchmeſſers mit dem 6zölligen Heliometer der Sternwarte u. ſ. w., Göttingen 1905. — [2] Encke, J. Fr., Die Entfernung der Sonne von der Erde, Gotha 1822, und Der Venusdurchgang von 1769, ebend. 1824. (Dieſe beiden Werke enthalten die klaſſiſche Beſtimmung der Sonnenparallaxe aus den Vorübergängen der Venus vor der Sonnenſcheibe in den Jahren 1761 und 1769.) — [3] Vgl. dazu die Zuſammenſtellung in Newcomb-Vogel, Populäre Aſtronomie, Leipzig 1905, S. 204, und „Nature“ (London 1891), S. 89 u. 90, gibt die aus den Venusvorübergängen 1874 und 1882 gefolgerten Werte von $\pi_\odot$, und neuerdings eine Zuſammenſtellung von 60 Werten der Sonnenparallaxe (hiſtoriſch) in English Mechanic and World of Science, Bd. 75, S. 12, 94 und 397, London 1902. — [4] Die Waſhingtoner Konferenz hat als einheitlich für alle Ephemeridenrechnungen anzunehmenden Wert 1896 (Conférence internat. des étoiles fondamentales, Procès-Verbaux) $\pi_\odot = 8''{,}80$ gewählt und feſtgeſetzt. — [5] Wolf, Handbuch der Aſtronomie, Zürich 1890—93, Bd. 1, S. 490—493; Bd. 2, S. 223—259 (letztere Abſchnitte enthalten beſonders die Methoden zur Beſtimmung der Sonnenparallaxe). — [6] Die ſchon mehrmals zitierten Lehrbücher der „Sphäriſchen Aſtronomie“; vgl. z. B. Art. „Geograph. Ortsbeſtimmung“, außerdem die Tafeln zur Parallaxenrechnung in den aſtronomiſchen Jahrbüchern: Nautical Almanac; Connaissance des Temps; Nautiſches Jahrbuch u. a. — [7] Lewis, im „Observatory“ 1895, April; vgl. dazu auch das in [3] angegebene Werk, S. 213. Dort ſind die Parallaxen von 57 Sternen angegeben, die zwiſchen 0″,75 (α Centauri) und 0″,11 (τ Coronae) liegen. In Lichtjahren würden die reſp. Entfernungen 4,3 reſp. 30 betragen.

Ambronn.

Parallel, gerade Linien, die, ohne ſich zu decken, gleiche Richtung haben.

Literatur: Staeckel, Die Theorie der Parallellinien von Euklid bis auf Gauß, Leipzig 1895.

Parallelabſteckung iſt auszuführen bei Vermeſſungen zur Umgehung von Hinderniſſen, bei Abſteckung von Grundſtücken infolge Teilung (ſ. d.) und Umlegung und bei Abſteckung von Wegen und Gräben.

Eine einfache Methode der unmittelbaren Abſteckung im Felde iſt Abſetzen rechter Winkel mit Winkelſpiegel, -prisma oder -trommel und ſcharfes Abmeſſen des Abſtandes an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mehreren Punkten (f. Abſtecken). Andre Verfahren gründen ſich auf den Sätzen über die Aehnlichkeit der Dreiecke. Nach Fig. 1 und 2 iſt z. B. $b_1 = a_1 b : a$ und $q_1 = p_1 (q + q_1) : (p + p_1)$.

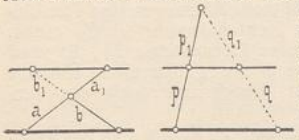


Fig. 1.

Fig. 2.

Parallele Wege und Gräben können nach Andeutung von Fig. 3 in folgender Weiſe abgeſteckt werden: a) mit Hilfe eines kleinen Winkelmeßinſtruments: im Wege- oder Grabenknick Meſſen von 2α und Abſetzen von α, bei abgehendem Wege oder Graben Meſſen von α; Abſtecken von $b_1 = b : \sin\alpha$; b) ohne Winkelmeßinſtrument: Abſetzen von je 5 m vom Knickpunkt aus und Meſſen von $2s$, Abſetzen der Winkelhalbierenden, bei abgehendem Wege oder Graben Abſetzen von 5 m und Meſſen von s; Abſtecken von $b_1 = 5b : s$. In jedem Falle ſind entſprechende Proben zur Sicherung der Abſteckung erforderlich. — Eine beſondere Art der Parallelabſteckung findet bei den Kataſtervermeſſungen in Württemberg ſtatt [2]; ſ. a. Stückvermeſſung.

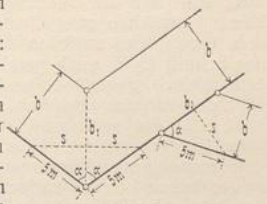


Fig. 3.

Literatur: [1] Die bei Geodäſie unter [4]—[12] genannten Werke. — [2] Weitbrecht, Zeitſchr. f. Verm. 1890, S. 69 und 129. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Parallelbewegung. Ein ſtarres Gebilde, welches ſich ſo bewegt, daß jede Gerade in demſelben in allen Lagen parallel zu ſich ſelbſt bleibt, vollzieht eine Parallelbewegung. Die Punkte eines ſo bewegten Gebildes bewegen ſich auf kongruenten Bahnen, und je zwei dieſer kongruenten Bahnen liegen ſo, daß die Verbindungsſtrecken ihrer homologen Punkte parallel und gleich lang ſind. Je nachdem dieſe Bahnen Kurven oder Gerade ſind, iſt die Parallelbewegung eine krummlinige oder geradlinige. *Burmeſter.*

Parallelepiped der Geſchwindigkeiten, der Winkelgeſchwindigkeiten und der Kräfte.

Aus den Sätzen über das Parallelogramm der Geſchwindigkeiten, der Winkelgeſchwindigkeiten und der Kräfte folgen durch Erweiterung analoge Sätze über das Parallelepiped derſelben Größen. Nach dem Satz über das Parallelogramm der Geſchwindigkeiten v, v' zweier Bewegungen iſt die Geſchwindigkeit der aus beiden reſultierenden Bewegung der Diagonale des Parallelogramms über v und v'. Eine dritte Bewegung von der Geſchwindigkeit v'' tritt zu jenen beiden hinzu und es verbindet ſich die Reſultante von v, v' mit Hilfe eines neuen Parallelogramms mit v'' zu den Reſultanten V von v, v', v'' mit Hilfe eines Parallelepipeds, deſſen Diagonale V iſt. Ganz Aehnliches gilt für die Reſultante von drei Winkelgeſchwindigkeiten und drei Kräften. *(† Schell) Finſterwalder.*

Parallelfeilkloben, ſ. Feilkloben, Schraubſtock.

Parallelflächen einer gegebenen Fläche entſtehen, indem man auf jeder Normale derſelben nach beiden Seiten eine konſtante Strecke abträgt. Iſt n die Ordnung der Grundfläche, ſo iſt die Ordnung der Parallelfläche $2n\,(n^2 - n + 1)$, d. h. das Doppelte der Zahl der Normalen, die von einem Punkte an die Grundfläche gehen. Die Klaſſe der Parallelfläche iſt $2n$.

Literatur: [1] Salmon, G., Analyt. Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, 2. Teil, 3. Aufl., Leipzig 1880, S. 359—362. — [2] Ahrendt, Unterſuchungen über die Parallelflächen der Flächen zweiten Grads, Roſtock 1888. *Wölffing.*

Parallelführung. Der dem Worte entſprechende Begriff iſt ein ſehr umfaſſender. Rein geometriſch genommen kann ſich Parallelismus nur auf geradlinige Gebilde beziehen; nur ein ſolches kann daher parallel geführt werden, d. h. ſo, daß ein vorhandener Parallelismus beſtehen bleibt. In der Anwendung auf die Bewegung wirklicher Körper iſt es jedoch unweſentlich, ob ſie geradlinige Formen beſitzen oder ob dieſelben ihnen hinzugedacht werden. Wenn nur zwei materielle Punkte eines Körpers ſich ſo bewegen, daß die durch ſie beſtimmte Gerade in einem feſten oder ſelbſt wieder beweglichen Raume parallel geführt iſt, ſo beſitzt der Körper ſchon die Eigenſchaft der Parallelführung dem betreffenden Raume gegenüber.

Eine Gerade kann einer Ebene oder einer Geraden parallel ſein. Der zweite Fall iſt gewiſſermaßen eine Verdoppelung des erſten; er entſteht, wenn eine Gerade zu zwei Ebenen parallel iſt, zwiſchen ihr und der geraden Schnittlinie der Ebenen. Sonach iſt der erſte Fall der allgemeinere. Iſt er für eine Gerade G und eine Ebene E erwieſen, ſo gilt er zugleich für ſämtliche mit G parallele denkbare Geraden des einen gegenüber ſämtlichen mit E parallelen Ebenen des andern Körpers. Bedienen wir uns des Zeichens $G_1 \| E_1$ als Ausdruck für eine Parallelführung dieſer Art, ſo bedeutet G_1 die Richtung einer Geraden, E_1 die Richtung einer Ebene, zu welcher G_1 ſtets parallel zu bleiben gezwungen iſt. Bei einem ſchwimmenden Stamm, einem rohen Sinnbild für dieſe Parallelführung, würde G_1 die Richtung der Achſe, E_1 die Spiegelebene des Waſſers bedeuten. Beſteht für dieſelben Körper noch eine zweite Parallelführung $G_2 \| E_1$ zwiſchen der Geraden von der Richtung G_2 und der Ebene von der

Richtung E_1, so ist hierdurch zugleich bedingt, daß die Ebenenrichtung $G_1 G_2$ parallel mit E_1 bleibt, und daß die Normale von $G_1 G_2$ parallel bleibt zur Normale von E_1. Wie zu erwarten war, führt also die Bindung zweier Körper durch zwei einfache Parallelführungen zur Parallelführung zwischen zwei Geraden. Kommt nun noch eine dritte Parallelführung $G_1 \| E_2$ hinzu, d. h. eine solche zwischen der ersten Richtung G_1 und einer neuen Ebenenschar E_2, so muß der Schnitt $E_1 E_2$ auch parallel bleiben mit G_1. Damit wird die Drehung des einen Körpers dem andern gegenüber vollständig ausgeschlossen. Es bleiben sonach nur noch die Verschiebungen nach drei Achsen möglich.

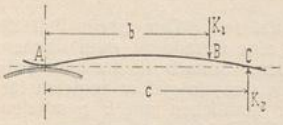
Aus der vorstehenden Darstellung ergibt sich die Berechtigung, zwischen einfachen, zweifachen und dreifachen Parallelführungen zu unterscheiden. Schreibt man dem vollkommen freien Körper nach Thomson 6 Freiheitsgrade der Bewegung (s. d. und [1]) zu, so verbleiben bei der einfachen Parallelführung deren fünf, bei der zweifachen vier, bei der dreifachen drei. Durch die Berührung zweier Körper in einem Punkte wird bekanntlich die gegenseitige Freiheit um je einen Grad vermindert. Bei der Parallelführung ist dies ein unendlich ferner Punkt. Um also zwei Körper durch die Gestalt ihrer Berührungsflächen gegenseitig parallel zu führen, müßten ein, zwei oder drei unendlich entfernte Berührungspunkte wirklich vorhanden sein. Da dies bei endlichen Körpern unmöglich ist, so ist auch eine Parallelführung, welche die Freiheit der Verschiebung nicht aufhebt, zwischen zwei Körpern durch diese selbst, d. h. durch kinematische Elementenpaare, unmöglich.

Sieht man von der Parallelführung durch innere Kräfte ab, z. B. der zweifachen Parallelführung des Lotes durch die Schwere, der dreifachen Parallelführung der Magnetnadel durch den Erdmagnetismus, so sind also zur mechanischen Parallelführung zwischen zwei Körpern immer noch Zwischenkörper notwendig, welche mit jenen eine offene kinematische Kette bilden. Die Elementenpaare derselben können sowohl einfach wie mehrfach beweglich sein. An einfach beweglichen sind zu einer dreifachen Parallelführung drei, zu einer zweifachen vier, zu einer einfachen fünf erforderlich. Drei Prismenpaare, deren Bewegungsrichtungen etwa rechtwinklig zueinander sein können, ergeben die dreifache Parallelführung. Fügt man ein Drehkörperpaar hinzu, so erhält man die zweifache Parallelführung und aus dieser durch Hinzufügung eines zweiten, zu dem ersten rechtwinkligen Drehkörperpaares eine einfache Parallelführung. In diesen Verbindungen kann z. B. ein Zylinderpaar zum Ersatz für ein Prismen- und ein Drehkörperpaar dienen, so daß eine einfache Parallelführung auch aus einem Prismenpaar und zwei Zylinderpaaren bestehen könnte.

Für die zweifache Parallelführung erhält man die einfachste Kette aus einem Plattenpaar und einem Prismenpaar. Dieselbe ist etwa als Notenpult, Zielbrett, Maßstabhalter und andres mehr verwendbar. Eine der beiden Platten im Paar kann durch einen Dreifuß ersetzt werden, die andre bildet ein ebener Fußboden. Das Prismenpaar ist senkrecht und dient zur Höheneinstellung. Auch der Schraubsessel gehört hierher; er zeigt das Prismenpaar durch ein Schraubenpaar ersetzt. In den hier angedeuteten Ketten können ohne wesentliche Aenderung die Prismenpaare durch höhere, einfach bewegliche Parallelpaare ersetzt werden, die Drehkörperpaare aber durch höhere Paare, deren Achsflächen allgemeine Zylinderflächen sind, doch können diese Möglichkeiten hier nicht weiter verfolgt werden. Wichtiger ist der Ersatz des Prismenpaares durch ein Gelenkparallelogramm. Um die dreifache Parallelführung herzustellen, würden drei Parallelogramme so aneinander zu reihen sein, daß wenigstens eines in andrer Ebene liegt als die beiden andern.

Ist schon für die von jedem Nebenzwang freien Parallelführungen die Zahl der mechanischen Lösungen eine unbegrenzte, so steigt diese noch viel mehr, wenn auch diejenigen Mechanismen mit in Betracht gezogen werden, bei denen außer dem Parallelzwang noch andrer Zwang geübt wird. Obgleich diese Lösungen teilweise praktisch wichtig sind, ja wichtiger als die allgemeine Lösung, so führt die Verfolgung doch zu sehr ins einzelne, um an dieser Stelle weiter behandelt werden zu können. Zahlreiche Beispiele bieten die Werkzeugmaschinen, die Brückenwagen, Graviermaschinen, Stickmaschinen, Krane, Schiebebühnen, Wandarme für Gasbeleuchtung, Kupplungen für nicht konaxiale Wellen. Welchen Umfang das ganze Gebiet hat, erhellt vielleicht am besten aus dem Umstand, daß sämtliche Mechanismen, welche in die ebene Kinematik gehören, zugleich zweifache Parallelführungen sind.

Bei den praktischen Anwendungen der Parallelführungen sind es einige allgemeine kinematische und statische Eigenschaften, welche man auszunutzen sucht. Wird ein Punkt eines dreifach parallel geführten Körpers auf einer beliebigen Kurve bewegt, so beschreibt jeder andre Punkt des Körpers eine kongruente Kurve. Bei zweifacher Parallelführung gilt dies nur noch hinsichtlich solcher Punktpaare, welche auf derselben Normalen zu E_1 liegen, bei der einfachen überhaupt nicht mehr. Für Zwecke der Kurvenverlegung oder -vervielfältigung können daher nur die zwei- oder dreifachen Parallelführungen benutzt werden.



Die Richtungseigenschaften der Geraden und Ebenen kommen zur Geltung bei Mechanismen zur langsamen Bewegung offener Gefäße, z. B. bei Schiffshebewerken, bei Beleuchtungskörpern oder andern an die Lotrichtung gebundenen Gegenständen. Für beide Zwecke genügt die zweifache Parallelführung, doch ist die dreifache oft vorzuziehen, wenn deren Freiheitsgrad ausreicht.

Die statischen Eigenschaften erkennt man am leichtesten im Hinblick auf die unendlich fernen Punkte. In obenstehender Figur stelle die Kurve $A\,B\,C$ den beweglichen Körper vor. A sei ein zunächst endlich entfernter Berührungspunkt, K_1 und K_2 seien Kräfte in einer durch die Berührungsnormale gehenden Ebene, b und c ihre Hebelarme, bezogen auf A. Dann gilt die Momentengleichung $K_1 b = K_2 c$, nach welcher allgemein $K_2 = (b : c) K_1$ ist. Für $b = \infty$

und $c = \infty$ wird $b : c = 1$, auch wenn $c - b$ einen endlichen Wert beſitzt. Hieraus folgt der Satz: Bei einer einfachen Parallelführung können Kräfte, welche normal zur Ebene E gerichtet ſind, ohne Störung des Gleichgewichts längs der Geraden G verſchoben werden. Die Erweiterungen dieſes Satzes lauten: Bei einer zweifachen Parallelführung können Kräfte, welche normal zu E gerichtet ſind, bei einer dreifachen Parallelführung beliebig gerichtete Kräfte beliebig parallel verſchoben werden, ohne das Gleichgewicht zu ſtören.

Die bei der Verſchiebung trotzdem auftretenden Kräftepaare werden durch Reaktionen der Beſtandteile des Mechanismus dynamiſch unwirkſam gemacht. Die ſo entſtehenden Beanſpruchungen und Reibungswiderſtände können oft ſehr ſtörend ſein und, wie ſchon das einſeitige Aufziehen einer Schublade zeigt, das ſoeben gefundene Reſultat weſentlich abändern. Das iſt der Grund für die Anordnung von zuſätzlichen Beſtandteilen zu kinematiſch ausreichenden Parallelführungen, welche gemeinſam als Entlaſtungen bezeichnet werden können. Hierher gehört z. B. die Anwendung von zwei Zahnſtangen, zwei Schrauben oder zwei Ketten zum Aufwinden eines Schützenbrettes. Auch die Seilparallelführung beim Selfaktor dient nur dieſem Zweck, da rein kinematiſch die Schienenführung ſchon genügen würde. In beiden Beiſpielen liegt eine dreifache Parallelführung vor, welcher neben dem Parallelzwang noch zwei Freiheitsgrade entzogen ſind, ſo daß ſie einfach beweglich iſt.

Zum Schluß ſei bemerkt, daß in der Technik die hier durchgeführten Unterſcheidungen noch nicht eingebürgert ſind, ja daß ſogar die Worte Parallelführung und Geradführung häufig in gleichem Sinne gebraucht werden, was jedenfalls dann nicht gerechtfertigt iſt, wenn die Geradführung nur dazu dient, einen einzigen Punkt eines Körpers auf einer Geraden zu bewegen.

Literatur: [1] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Bd. 2, Leipzig 1883. *Brauer.*

Parallelkanal, ſ. Entwäſſerung, Bd. 3, S. 466.

Parallelkräfte, die an einem ſtarren Körper wirken, haben im allgemeinen eine Reſultante, die wieder zu ihnen parallel und gleich ihrer algebraiſchen Summe iſt. Die Reſultante zweier Parallelkräfte teilt die Verbindungslinie der Angriffspunkte im umgekehrten Verhältnis der Größe der Kräfte, und zwar von innen, wenn die Kräfte gleich, von außen, wenn ſie entgegengeſetzt gerichtet ſind. Sind die Kräfte gleich groß, aber entgegengeſetzt gerichtet, ſo bilden ſie ein Kräftepaar und es exiſtiert dann keine Reſultante.

Unter Anwendung der im Art. Aequivalenz der Kräfte (Bd. 1, S. 86) enthaltenen Reduktionen auf das Parallelkräfteſyſtem von der Richtung $(\alpha\beta\gamma)$ erhält man

$$X = P\cos\alpha,\quad Y = P\cos\beta,\quad Z = P\cos\gamma,\quad A = \cos\alpha\,\Sigma P,\quad B = \cos\beta\,\Sigma P,\quad C = \cos\gamma\,\Sigma P,$$
$$R = \Sigma P,\quad \cos a = \cos\alpha,\quad \cos b = \cos\beta,\quad \cos c = \cos\gamma;\quad L = \cos\gamma\,\Sigma P_y - \cos\beta\,\Sigma P_z,$$
$$M = \cos\alpha\cdot\Sigma P_z - \cos\gamma\cdot\Sigma P_n,\quad N = \cos\beta\,\Sigma P_x - \cos\alpha\,\Sigma P_y;\quad AL + BM + CN = 0.$$

Iſt alſo ΣP nicht Null, ſo reduziert ſich das Syſtem auf eine Einzelſtrecke $R = \Sigma P$, gleich der algebraiſchen Summe aller Kräfte längs der Zentralachſe derſelben. Die Gleichungen der Zentralachſe nehmen die Form an:

$$(y\cdot\Sigma P - \Sigma P_y)\cos\gamma - (z\cdot\Sigma P - \Sigma P_z)\cos\beta = 0,\quad (z\cdot\Sigma P - \Sigma P_z)\cos\alpha - (x\cdot\Sigma P - \Sigma P_x)\cos\gamma = 0,\quad (x\cdot\Sigma P - \Sigma P_x)\cos\beta - (y\cdot\Sigma P - \Sigma P_y)\cos\alpha = 0.$$

Dieſelben werden unabhängig von der Richtung $(\alpha\beta\gamma)$ der Parallelkräfte befriedigt durch die Koordinaten des Punktes $x_1 = \Sigma Px : \Sigma P$, $y_1 = \Sigma P_y : \Sigma P$, $z_1 = \Sigma P_z : \Sigma P$. Dieſer Punkt des Syſtems, durch den die Reſultante der Parallelkräfte ſtets hindurchgeht, wie auch immer dieſe Kräfte um ihre Angriffspunkte gedreht werden mögen, heißt der Mittelpunkt der Parallelkräfte. Er exiſtiert immer im Endlichen, ſolange ΣP nicht Null iſt. Iſt dies aber der Fall, ſo rückt er ins Unendliche, und es iſt das Kräfteſyſtem einem Paare äquivalent. Sind die Parallelkräfte den Maſſen der Angriffspunkte proportional, ſo iſt der Mittelpunkt derſelben der Maſſenmittelpunkt (ſ. d.). Iſt der Proportionalitätsfaktor in dieſer Form der Beſchleunigung g der Schwere, ſind alſo die Parallelkräfte die Gewichte der Maſſenpunkte des Syſtems, ſo iſt er der Schwerpunkt (ſ. d.).

Literatur: Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 54.
(† Schell) Finſterwalder.

Parallelkräfte, Beſtimmung von deren Mittelkräften und ſtatiſchen Momenten auf graphiſchem Wege.

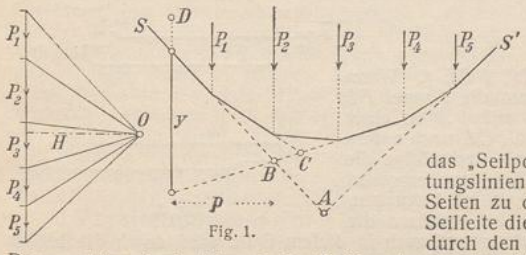


Fig. 1.

Sollen die Kräfte P_1 bis P_5 zu einer Mittelkraft zuſammengeſetzt werden (vgl. Fig. 1), ſo bildet man aus ihnen ein Kräftepolygon (ſ. d.), indem man ſie der Reihe nach aneinander fügt, wählt einen beliebigen Punkt O als „Pol“, zieht aus ihm „Strahlen“ nach den Endpunkten der Kräfte und zeichnet hierauf das „Seilpolygon“ SS', deſſen Ecken auf den Richtungslinien der gegebenen Kräfte liegen und deſſen Seiten zu den Strahlen parallel laufen, wobei jede Seilſeite die beiden Kräfte verbindet, die im Krafteck durch den dazu parallelen Strahl getrennt werden. Dann geht nach der Theorie des Seilpolygons (ſ. d.) die Mittelkraft einer Reihe aufeinander folgender Kräfte durch den Schnittpunkt der einſchließenden Seilſeiten. Demnach geht die Mittelkraft aller fünf Kräfte durch A, die Mittelkraft von P_1 bis P_3 durch B, die Mittelkraft von

P_2 und P_3 durch C u. f. w. Die Größen dieſer Mittelkräfte ergeben ſich einfach durch Abgreifen im Kräftepolygon.

Das ſtatiſche Moment von parallelen Kräften in bezug auf einen Punkt D iſt gleich dem zwiſchen die einſchließenden Seilpolygonſeiten fallenden Stück der durch den Momentenpunkt parallel zu den Kräften gezogenen Geraden, multipliziert mit der „Polweite“ H. Beiſpielsweiſe iſt das ſtatiſche Moment der Kräfte P_1 bis P_3 in bezug auf den Punkt $D = H \cdot y$. Denn das von P_1 bis P_3 und O gebildete Dreieck iſt dem von y und B gebildeten Dreiecke ähnlich; folglich verhält ſich $(P_1 + P_2 + P_3) : H = y : p$, woraus folgt: $(P_1 + P_2 + P_3) \cdot p = H \cdot y$. Das Produkt links iſt aber, da die Mittelkraft von $P_1 + P_2 + P_3$ durch B geht, nichts andres als das geſuchte ſtatiſche Moment.

Das beſchriebene Verfahren bleibt unverändert, wenn einzelne der gegebenen Kräfte entgegengeſetzt (aufwärts) gerichtet ſind; nur müſſen die betreffenden Kräfte im Krafteck in entgegengeſetztem Sinne aufgetragen werden (Fig. 2). Die Mittelkraft ſämtlicher Kräfte geht auch hier durch den Schnittpunkt A der äußerſten Seilſeiten. Auch die Momente werden in gleicher Weiſe beſtimmt.

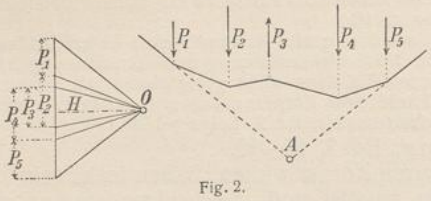


Fig. 2.

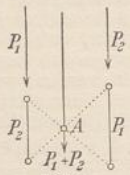


Fig. 3.

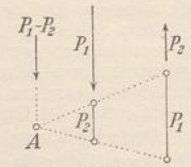


Fig. 4.

Sind bloß zwei parallele Kräfte zuſammenzuſetzen, ſo läßt ſich das Verfahren vereinfachen: Man vertauſcht in dieſem Falle die beiden Kräfte in ihrer Lage und verbindet ihre Endpunkte kreuzweiſe (Fig. 3), ſo geht die Mittelkraft durch den Schnittpunkt A der Verbindungslinien. Denn die Entfernungen der beiden Kräfte vom Punkte A verhalten ſich umgekehrt wie die Kräfte; folglich heben ſich ihre ſtatiſchen Momente in bezug auf A auf.

Sind die beiden Kräfte entgegengeſetzt gerichtet, ſo vertauſcht man ſie wieder in ihrer Lage, verbindet jedoch ihre Endpunkte derart, daß ſich die Verbindungslinien außerhalb ſchneiden (Fig. 4).

Literatur: Culmann, Graphiſche Statik, 2. Aufl., Zürich 1875; Bauſchinger, Elemente der graphiſchen Statik, München 1871; zahlreiche andre Werke über graphiſche Statik. *Mörſch.*

Parallelkurbelgetriebe beſteht in Fig. 1 aus zwei gleichen parallelen Kurbeln ΦF, ΛL, welche ſich um die feſten zur Zeichnungsebene ſenkrechten Achſen Φ, Λ drehen und durch die Koppel $FL = \Phi\Lambda$ gelenkig verbunden ſind; demnach iſt das Parallelkurbelgetriebe ein ſpezielles Doppelkurbelgetriebe (ſ. d.).

Durch das Gelenkparallelogramm $\Phi F L \Lambda$ wird bewirkt, daß die beiden Kurbeln ΦF, ΛL parallel bleiben, alſo gleiche Drehungen vollziehen; und die Kurbelzapfen F, L durchlaufen die Kreiſe φ, λ in gleicher Weiſe. Wenn aber die Koppel FL in die Durchſchlagslage $F^0 L^0$ oder $F^\tau L^\tau$ gelangt, dann kann das Parallelogramm in ein Antiparallelogramm und die gleiche Drehung der Kurbeln in entgegengeſetzte Drehung übergehen. Dieſe Unſtetigkeit wird in Fig. 2 durch Einfügung einer dritten gleichen und parallelen Kurbel ΓC vermieden; denn da die Koppel FL ſich parallel zu ſich ſelbſt bewegt, ſo beſchreibt jeder mit der Koppel verbundene Punkt C einen Kreis γ, der jenen beiden Kreiſen φ, λ gleich iſt; und der Mittelpunkt Γ dieſes Kreiſes liegt ſo, daß das Dreieck $\Phi\Lambda\Gamma \cong FLC$ iſt. Der Kreisradius ΓC kann demnach durch eine Kurbel erſetzt werden. Hierdurch entſteht ein übergeſchloſſener Mechanismus mit den drei

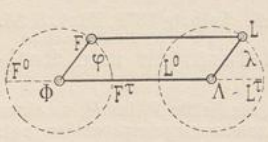


Fig. 1.

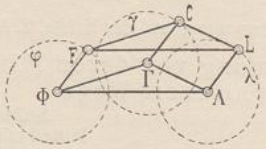


Fig. 2.

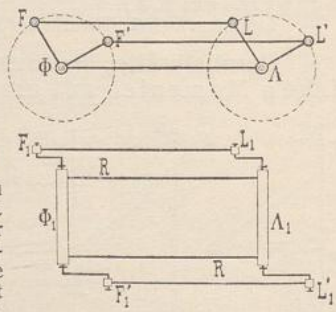


Fig. 3.

Gelenkparallelogrammen $\Phi F L \Lambda$, $\Phi F C \Gamma$, $\Gamma C L \Lambda$. Wenn nun bei dem erſten Gelenkparallelogramm die Koppel FL in eine Durchſchlagslage gelangt, alſo mit $\Phi\Lambda$ in einer Geraden liegt, dann ſind die Koppeln FC, CL noch außerhalb ihrer Durchſchlagslage, und es kann demzufolge die Bewegung des Koppelgliedes FLC ſtetig weitergeführt werden. — Wird in Fig. 2 das Glied ΦF als feſt betrachtet, dann entſteht ein Parallelkurbelgetriebe, bei welchem die Glieder $\Phi\Lambda\Gamma$, FLC die Kurbeln vertreten; und auch in dieſem Falle wird durch die beiden als Koppeln wirkenden Glieder ΛL, ΓC ein ſtetiger Uebergang über die Durchſchlagslagen bewirkt. In Fig. 3 iſt ein Parallelkurbelgetriebe dieſer Art, wie es bei den Triebrädern der Lokomotive angewendet iſt, in Aufriß und Grundriß ſchematiſch dargeſtellt. Die beiden gleichen

Kurbeln ΦF, $\Phi F'$ befinden ſich auf der gemeinſamen Achſe Φ und ſind rechtwinklig zueinander geſtellt, die beiden gleichen Kurbeln ΛL, $\Lambda L'$ befinden ſich auf der gemeinſamen Achſe Λ und ſind ebenfalls rechtwinklig zueinander geſtellt. Die Kurbelachſen Φ_1, Λ_1 ſind in dem Lokomotivrahmen RR gelagert; ferner ſind die Kurbeln zu beiden Seiten der Lokomotive angebracht und bezw. durch die zu beiden Seiten gelegenen Koppeln $F_1 L_1$, $F_1' L_1'$, wie der Grundriß zeigt, verbunden. *Burmeſter.*

Parallelkurven einer gegebenen Kurve entſtehen, wenn man auf jeder Normale derſelben nach beiden Seiten eine konſtante Strecke abträgt. Die beiden hierdurch entſtehenden Kurvenzüge ſind im allgemeinen Teile einer Kurve.

Die Parallelkurve iſt auch Enveloppe einer Geraden, die zu den Tangenten der gegebenen Kurve in konſtantem Abſtand parallel iſt, oder eines Kreiſes von konſtantem Radius, deſſen Mittelpunkt auf der Kurve ſich bewegt; ſie iſt endlich Ort des Mittelpunkts eines auf der Kurve rollenden Kreiſes. Die Ordnung der Parallelkurve iſt $2(m+n)$, die Klaſſe $2n$, wenn m Ordnung und n Klaſſe der Grundkurve ſind. Iſt $f(u, v, w) = 0$ die Kurvengleichung in homogenen Linienkoordinaten, ſo iſt $f(u, v, w + k\sqrt{u^2+v^2}) = 0$ die Gleichung der Parallelkurve im Abſtand k. Die Parallelkurve der Parabel $pv^2 = 4uw$ iſt z. B.: $(pv^2 - 4uw)^2 - 4k^2u^2(u^2+v^2)$. Die Evolventen einer Kurve ſind unter ſich Parallelkurven. Quaſi-Parallelkurven entſtehen, wenn nicht die Normale, ſondern eine mit ihr den Winkel α bildende Gerade durch den Kurvenpunkt um eine konſtante Strecke verlängert wird. S. a. Kurven, äquidiſtante.

Literatur: [1] Salmon, Analyt. Geometrie der höheren ebenen Kurven, deutſch von Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 128—132. — [2] Wolkenhauer, Zur Theorie der Parallelkurven, Jena 1874. — [3] Schwering, Die Parallelkurve der Ellipſe, Brilon 1878. — [4] Schwarz, Theorie der parallelen Kurven und der Evolventen im Zuſammenhang mit der allgemeinen Kreisgleichung, Halle 1856. *Wölffing.*

Parallellineal, zwei in paralleler Lage bleibende, beweglich verbundene Lineale.

In Fig. 1 bleiben die beiden Lineale λ, l dadurch ſtets zueinander parallel, daß ſie durch die parallelen gleichlangen Glieder ΦF, ΛL, die an ihren Enden Zapfen beſitzen, verbunden ſind; denn dieſe Glieder ΦF, ΛL bilden mit den Linealen λ, l ein Gelenkparallelogramm $\Phi F L \Lambda$.

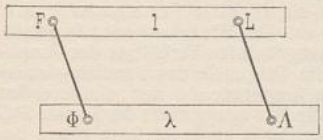


Fig. 1.

Wird das eine Lineal, z. B. λ, feſtgehalten, ſo kann man zu dieſem Lineal mittels des andern in verſchiedenen Lagen parallele Gerade ziehen — In Fig. 2 bleiben die beiden Lineale λ, l dadurch ſtets zueinander parallel, daß ſie durch die gleichlangen Glieder ΦF, ΛL, die in ihrer Mitte M eine Achſe beſitzen, verbunden ſind; und dieſe Glieder ſind an den Enden mit Zapfen Φ, F, L, Λ verſehen, von denen Φ, L als Achſen dienen und $F\Lambda$ in den Linealen längs den Nuten gleiten. *Burmeſter.*

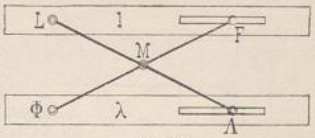


Fig. 2.

Parallelmaße, f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 403.

Parallelogramm, ebenes Viereck, in dem je zwei gegenüberſtehende Seiten einander parallel ſind.

Parallelogramm der Geſchwindigkeiten, der Beſchleunigungen und der Kräfte. Alle gerichteten Größen, zu denen die drei genannten gehören, laſſen ſich mittels der Parallelogrammkonſtruktion in Komponenten zerlegen und aus ſolchen zuſammenſetzen. Der Grund liegt darin, daß ſich die genannten Größen aus dem Begriff der unendlich kleinen Verſchiebung der Reihe nach ableiten laſſen und für ſolche Verſchiebungen die Konſtruktion ohne weiteres einleuchtend iſt.

Die Parallelogrammkonſtruktion ergibt auch die abſolute Geſchwindigkeit v eines Punktes aus ſeiner Relativgeſchwindigkeit v_r und der Führungsgeſchwindigkeit v_f, die der im bewegten Syſtem feſtliegend gedachte Punkt infolge der Bewegung dieſes Syſtems haben würde. Dagegen läßt ſich nicht in gleicher Weiſe die abſolute Beſchleunigung aus der Relativ- und der Führungsbeſchleunigung ableiten; hier tritt nämlich noch die Coriolisbeſchleunigung hinzu, die ſenkrecht auf der Relativgeſchwindigkeit und der Momentanachſe des bewegten Syſtems ſteht. Die Coriolisbeſchleunigung verſchwindet nur, wenn entweder die Drehung des Bezugsſyſtems Null iſt oder der bewegte Punkt in relativer Ruhe zum Bezugsſyſtem iſt oder ſich in der Richtung der Momentanachſe des letzteren bewegt. Aehnliches gilt vom Zuſammenhang der auf einen Punkt wirkenden abſoluten Kraft mit der Relativkraft der Zentripetalkraft des bewegten Syſtems und der Coriolisſchen Kraft. Dabei iſt unter Relativkraft jene verſtanden, die für ſich wirkend bei der Relativgeſchwindigkeit als Anfangsgeſchwindigkeit die Relativbewegung erzeugen würde. Vgl. Geſchwindigkeitskomponenten, Beſchleunigung, Bewegung (relative). *Finſterwalder.*

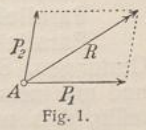


Fig. 1.

Parallelogramm der Kräfte. Das Parallelogramm der Kräfte bildet die Grundlage für das Zuſammenſetzen von Kräften auf graphiſchem Wege.

Um zwei auf den Punkt A einwirkende Kräfte P_1 und P_2 zuſammenzuſetzen, bildet man aus ihnen ein Parallelogramm (Fig. 1); dann iſt deſſen Diagonale R die Mittelkraft der Kräfte P_1 und P_2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

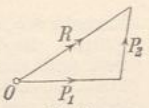
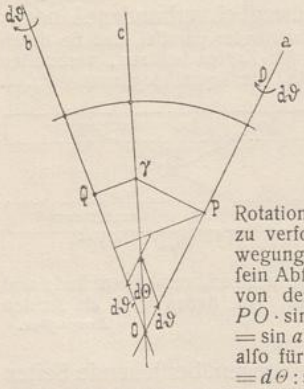


Fig. 2.

In der Graphiſchen Statik (ſ. d.) wird in der Regel nicht das ganze Parallelogramm, ſondern bloß die eine Hälfte davon gezeichnet (Fig. 2). Man trägt nämlich von O aus zuerſt die Kraft P_1 auf und fügt an deren Endpunkt die Kraft P_2 an, ſo daß die Pfeilrichtungen aufeinander folgen; dann ſtellt die Linie von O nach dem Endpunkte von P_2 die Mittelkraft R dar. Sind mehr als zwei Kräfte zuſammenzuſetzen, ſo fährt man in derſelben Weiſe mit dem Auftragen fort und gelangt dabei zu der Figur, die Kräftepolygon (ſ. d.) oder Krafteck genannt wird. *Mörſch.*

Parallelogramm der Rotationen und Winkelgeſchwindigkeiten. Zwei Rotationen eines Punktſyſtems um zwei ſich ſchneidende Achſen ab (ſ. die Figur) von den unendlich kleinen Amplituden $d\vartheta$, $d\vartheta'$ ſind zuſammen einer Rotation um eine Achſe c äquivalent, die durch den Schnittpunkt von a und b hindurchgeht und in deren Ebene hineinfällt. Die Achſe c der reſultierenden Rotation iſt die Diagonale eines Parallelogramms, das von den auf a und b dem Sinne der Rotationen entſprechend aufzutragenden Amplituden $d\vartheta$ und $d\vartheta'$ oder von ihnen proportionalen Längen gebildet wird, und die Amplitude $d\Theta$ derſelben iſt dieſer Diagonalen im Verhältnis der Seiten proportional.

Die Achſe a zerlegt nämlich die Ebene (ab) in zwei Felder, deren Punkte durch die Rotation $d\vartheta$ nach entgegengeſetzten Seiten derſelben geſchleudert werden. Dasſelbe gilt von der Achſe b. Die Ebene zerfällt daher in zwei Paar Scheitelräume, von denen nur das eine Paar Punkte enthält, die entgegengeſetzte Schleuderungen erleiden, vor und hinter die Ebene (ab) der Achſen. Bloß in dieſem Paare können ſich Punkte von entgegengeſetzten Schleuderungen finden und mithin auch Punkte, die in Ruhe bleiben, weil ihre Schleuderungen entgegengeſetzt gleich ſind. Iſt γ ein ſolcher Punkt, ſo ruhen alle Punkte der Geraden c, die ihn mit dem Schnittpunkt von a und b verbindet. Fällt man von γ auf a und b die Perpendikel γP und γQ, ſo ſind die entgegengeſetzten Schleuderungen von γ um die beiden Achſen $\gamma P \cdot d\vartheta = \gamma Q \cdot d\vartheta'$ oder $\gamma O \cdot \sin ac \cdot d\vartheta = \gamma O \cdot \sin cb\, d\vartheta'$, d. h. es iſt $d\vartheta : \sin cb = d\vartheta' : \sin ac$. Der Winkel ab wird ſo geteilt, daß die Sinus der Teile im umgekehrten Verhältnis der Amplituden ſtehen. Daher iſt c die Diagonale des Parallelogramms über $d\vartheta$ und $d\vartheta'$. Um die Amplitude $d\Theta$ der reſultierenden Rotation um c zu finden, genügt es, die Bewegung eines der Punkte PQ zu verfolgen, z. B. die von P. Dieſer Punkt verdankt ſeine ganze Bewegung der Rotation um b, nämlich $PO \cdot \sin ab \cdot d\vartheta'$, da $PO \sin ab$ ſein Abſtand von b iſt. Dieſe Schleuderung, als von der Rotation um c von der reſultierenden Amplitude $d\Theta$ herrührend aufgefaßt, würde $PO \cdot \sin ac \cdot d\Theta$ ſein. Die Gleichſetzung beider liefert $\sin ab \cdot d\vartheta' = \sin ac \cdot d\vartheta$ oder $d\vartheta' : \sin ac = d\Theta : \sin ab$. Hiermit erhält man alſo für das Verhältnis der drei Amplituden $d\vartheta : \sin cb = d\vartheta' : \sin ac = d\Theta : \sin ab$, d. h. $d\Theta$ iſt die Diagonale des genannten Parallelogramms. Daher iſt auch $d\Theta^2 = d\vartheta^2 + d\vartheta'^2 + 2\, d\vartheta\, d\vartheta' \cdot \cos ab$. Die Winkelgeſchwindigkeiten um die drei Achſen a, b, c würden ſein $\omega = d\vartheta : dt$, $\omega' = d\vartheta' : dt$, $\Omega = d\Theta : dt$, daher kann der Satz auch als Satz von dieſen Winkelgeſchwindigkeiten ausgeſprochen werden, und es ſind die beiden auf ſie bezüglichen Gleichungen: $\omega : \sin cb = \omega' : \sin ac = \Omega : \sin ab$, $\Omega^2 = \omega^2 + \omega'^2 + 2\omega\omega' \cos ab$.



Literatur: Poinſot, Théorie nouvelle de la rotation des corps, Paris 1851, S. 5; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 176—179. *(† Schell) Finſterwalder.*

Parallelogramm, Newtonſches (analytiſches, Cramerſches Dreieck), ein graphiſches Hilfsmittel, das hauptſächlich zur Unterſuchung des Verhaltens einer Kurve in der Nähe eines ſingulären Punkts dient.

Literatur: [1] Reuſchle, C., Praxis der Kurvendiskuſſion, I, Stuttgart 1886. — [2] Fiſcher, V., Puiſeux' Unterſuchungen über die algebraiſchen Funktionen, Halle 1861. — [3] Wölffing, E., Die ſingulären Punkte der Flächen, Dresden 1896, § 1. *Wölffing.*

Parallelräder, ſ. Schildräder.

Parallelreißer, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 403.

Parallelſchleuſen, zwei nebeneinander gebaute, nur durch eine Mittelmauer voneinander getrennte Kammerſchleuſen (ſ. d.); dieſe beiden können auch verſchieden groß ſein.

Parallelſchraube, ſ. Schraubſtock.

Parallelſtrecke (im Bergbau), ſ. Vorrichtung.

Paralleträger heißen Fachwerke (ſ. d., Bd. 3, S. 533) mit parallelen Gurtungen. Sie kommen als Balkenfachwerke (ſ. d.) mit einer Oeffnung (Fig. 1—6) und mit mehreren Oeffnungen vor (Fig. 7—9) und können einteilig oder mehrteilig, d. h. auch einfachen oder mehrfachen Syſtems, ſein (Fig. 1—10, vgl. Bd. 3, S. 534, 543). Die Gurtungsachſen ſind faſt immer horizontal oder doch ſo wenig von Horizontalen abweichend, daß ſie für die Berechnung als horizontal gelten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

können, ohne daß jedoch geneigte Gurten ausgeſchloſſen wären (Bergbahnen u. ſ. w., Fig. 10).

Die häufige Anwendung von Paralleltträgern bei Brücken iſt beſonders durch die Einfachheit der Konſtruktion bedingt. Mitunter kommt auch in Betracht, daß nebeneinander liegende Paralleltträger bei genügender Höhe obere und untere Querverbindungen bis zu den

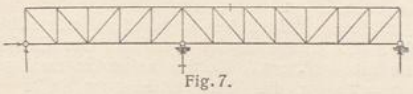


Fig. 7.

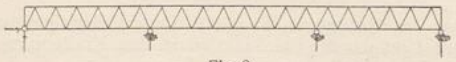


Fig. 8.


Fig. 9.

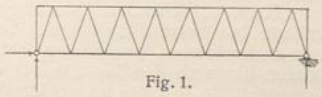


Fig. 1.

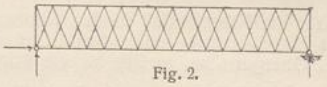


Fig. 2.

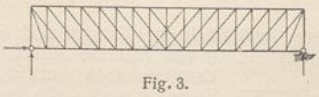


Fig. 3.

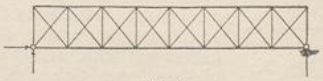


Fig. 4.


Fig. 5.

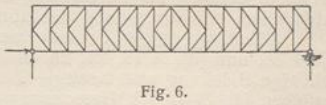


Fig. 6.

Enden zulaſſen (vgl. Halbparabelträger, Ellipſenträger), daß ſie ſich bequem an Portale u. ſ. w. anſchließen, und daß ſie als Ständerfachwerke (Bd. 3, S. 534, 544) mit Zugdiagonalen nur in einzelnen Feldern um die Gurtungsmitten Gegendiagonalen (ſ. d.) erfordern. Im Paralleltträger hat man die urſprüngliche Form des Balkenträgers, wie ſie auch dem vollen Balken und gewöhnlichen Blechträger entſpricht (ſ. d. und Gitterträger).

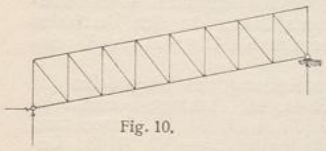


Fig. 10.

Der gewöhnlichſte einteilige Paralleltträger iſt in Fig. 11 und 12 angedeutet. Spannweite $l = n\lambda$ bei gerader oder ungerader Felderzahl n. Länge der Vertikalen h, der Diagonalen d. Im folgenden genügt der Symmetrie halber die Berechnung der erſten Trägerhälfte. Wirkt auf die ganze Spannweite eine gleichmäßig verteilte Laſt von g pro Längeneinheit (z. B. das Eigengewicht), ſo ſind die Werte der Stabbeanſpruchungen X_m, Z_m, D_m, V_m:

$$\mathfrak{X}_m = -m(n-m)\frac{g\lambda^2}{2h}, \qquad \mathfrak{Z}_m = (m-1)(n-m+1)\frac{g\lambda^2}{2h} = -\mathfrak{X}_{m-1} \qquad 1.$$

$$\mathfrak{D}_m = (n-2m+1)\frac{g\lambda d}{2h}, \qquad \mathfrak{V}_m = -\left(n-2m+\frac{g_x-g_z}{g}\right)\frac{g\lambda}{2}, \qquad 2.$$

jedoch gilt ausnahmsweiſe für die Vertikale 0.

$$\mathfrak{V}_0 = -\frac{gl}{2} + \frac{g_z\lambda}{2}. \qquad 3.$$

In den Ausdrücken für $\mathfrak{V}_m$, $\mathfrak{V}_0$ bedeuten g_x, g_z diejenigen Teile von g, welche auf die Knotenpunkte des Obergurts und Untergurts zu rechnen ſind. Greift die Fahrbahnlaſt zwiſchen beiden Gurten in den Vertikalen an, ſo iſt dieſelbe einzuſchließen bei Berechnung des Vertikalenſtücks von Fahrbahn bis Untergurt in g_x, bei Berechnung des Vertikalenſtücks von Fahrbahn bis Obergurt in g_z. —

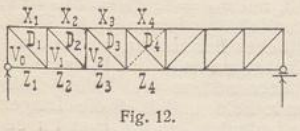


Fig. 12.

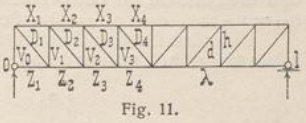


Fig. 11.

Kann außer der auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilten Laſt von g pro Längeneinheit (Eigengewicht) auf beliebige Strecken eine gleichmäßig verteilte Laſt von p pro Längeneinheit wirken (Verkehrslaſt), ſo drücken vorſtehende $\mathfrak{X}_m$, $\mathfrak{Z}_m$ die unteren Grenzbeanſpruchungen der Gurtungsſtäbe aus, während man mit $q = g + p$ deren obere Grenzbeanſpruchungen hat:

$$X_m = \frac{q}{g}\mathfrak{X}_m, \qquad Z_m = \frac{q}{g}\mathfrak{Z}_m. \qquad 4.$$

Die Grenzbeanſpruchungen der Diagonalen ſind:

$$D_m = \mathfrak{D}_m + (n-m)^2\frac{p\lambda d}{2h(n-1)}, \qquad D_m = \mathfrak{D}_m - (m-1)^2\frac{p\lambda d}{2h(n-1)}, \qquad 5.$$

und diejenigen der Vertikalen:

a) wenn die Fahrbahnlaſt in den Knotenpunkten des Obergurts angreift:

$$V_m = \mathfrak{V}_m - (n-m)^2\frac{p\lambda}{2(n-1)}, \qquad V_m = \mathfrak{V}_m + (m-1)^2\frac{p\lambda}{2(n-1)}, \qquad 6.$$

jedoch ausnahmsweiſe für die Vertikale 0

$$V_0 = \mathfrak{V}_0 - \frac{pl}{2}, \qquad V_0 = \mathfrak{V}_0; \qquad 7.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) wenn die Fahrbahnlaft in den Knotenpunkten des Untergurts angreift:

$$V_m = \mathfrak{V}_m - (n-m-1)^2 \frac{p\lambda}{2(n-1)}, \qquad V_m = \mathfrak{V}_m + m^2 \frac{p\lambda}{2(n-1)}. \tag{8.}$$

Vertikale 0 macht hier keine Ausnahme. Greift die Fahrbahnlaft zwifchen beiden Gurten in den Vertikalen an, fo gelten für die Vertikalenftücke von Fahrbahn bis Untergurt die Formeln 6., 7., für die Vertikalenftücke von Fahrbahn bis Obergurt die Formeln 8.

Nach vorftehenden Gleichungen ift die erfte Trägerhälfte, einfchließlich der mittleren Vertikale bei gerader Felderzahl bezw. des mittleren Feldes bei ungerader Felderzahl auch dann zu berechnen, wenn Gegendiagonalen (f. d.) angewendet werden. Der Einfluß der letzteren ift durch den Bd. 4, S. 341 angeführten Satz beftimmt. Werden keine Gegendiagonalen angeordnet, fo tritt bei ungerader Felderzahl $n = 2\sigma$ für die Mittelvertikale an Stelle von 2.:

$$\mathfrak{V}_\sigma = -g_z\lambda. \tag{9.}$$

Wirkt die Fahrbahnlaft in den Knotenpunkten des Untergurts, fo gilt 9. für die Beanfpruchung der Mittelvertikale bei jeder Belaftung. Greift jedoch die Fahrbahnlaft in den Knotenpunkten des Obergurts an, fo tritt für die Mittelvertikale an Stelle von 6. mit $\mathfrak{V}_\sigma$ nach 9.:

$$V_\sigma = \mathfrak{V}_\sigma - \frac{p\lambda}{2}, \qquad V_\sigma = \mathfrak{V}_\sigma. \tag{10.}$$

Wenn fchließlich die Fahrbahnlaft zwifchen beiden Gurten angreift, dann hat man für das Vertikalenftück von Fahrbahn bis Obergurt bei jeder Belaftung die Beanfpruchung 9., für das Vertikalenftück von Fahrbahn bis Untergurt die Grenzwerte 10. Ueber g_z in diefem Falle f. oben. — Da bei ftatifch beftimmtem Träger jedes Feld nur eine auf Zug und Druck widerftandsfähige Diagonale enthalten darf (Bd. 3, S. 536), fo muß bei ungerader Felderzahl ohne Gegendiagonalen von den in Fig. 12 der Symmetrie halber im mittleren Felde angedeuteten zwei Diagonalen die eine wirkungslos bleiben, was fich z. B. durch Verbindung mit Schrauben in länglichen Löchern erreichen läßt. — Werden die Trägerenden nach Fig. 13 abgeändert, fo hat man für jede Belaftung und alfo bei bewegter Laft auch für die Grenzwerte:

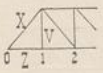


Fig. 13.

$$X = -D_1, \qquad Z = Z_2, \qquad V_1 = K_z, \tag{11.}$$

worin fich D_1, Z_2 auf Fig. 11, 12 beziehen und K_z die Belaftung des Knotenpunkts 1 im Untergurt bedeutet [3], S. 103. Greift die Fahrbahnlaft zwifchen beiden Gurten in den Vertikalen an, fo ift diefelbe bei Berechnung des Vertikalenftücks von Fahrbahn bis Obergurt in K_z einzufchließen, bei Berechnung des übrigen Stücks jedoch nicht.

Ableitung obiger Formeln und entfprechender für andre Stellung der Diagonalen [2], §§ 34, 35, und [3], *A* 19, 24, 28, Beifpiele der Anwendung [3], *B* 41, 44. Analoge Formeln für beliebige Belaftung und bewegte Radlaftzüge [2], §§ 34, 36, und [3], *A* 19, 24, 28, Anwendung derfelben [3], *B* 42, 45, Berechnung mit Laftäquivalenten p anftatt Radlaftzügen [3], *B* 43. Ungleichlange Felder bei einfachem Syftem des rechtwinkligen Dreiecks [2], § 37, Beifpiele hierzu [3], *B* 46—48; durchlaufende Träger [2], § 21; durchlaufende Gelenkträger [2], §§ 63—65, Beifpiele hierzu [3], *B* 76, 80, 81. Parallelträger, Syftem des gleichfchenkligen Dreiecks (Fig. 1) [2] §§ 27—30, Beifpiele hierzu [3], *B* 31—33; Parallelträger beliebigen einfachen Syftems [3] *A* 30. Parallelträger doppelten Syftems mit gekreuzten Diagonalen (Fig. 3) und gleich oder verfchieden langen Feldern [2], §§ 93, 94, und [3], *A* 46, 47; durchlaufende Träger diefes Syftems [2], § 89. Beifpiele der Berechnung von Parallelträgern mehrfachen Syftems auf Grund der Zerlegung in einfache Syfteme [3], *B* 107, 108, 112—118. Ueber diefe Berechnung f. Bd. 3, S. 543, und [1], S. 249, 262, 264, 322. Beifpiele entfprechender Nebenfpannungen (f. d.) [4], [9].

Neben den hier erwähnten Formeln gelten für ftatifch beftimmte und ftatifch unbeftimmte Parallelträger felbftverftändlich die unter Fachwerke, ftatifch beftimmte (Bd. 3, S. 548), und Fachwerke, ftatifch unbeftimmte (Bd. 3, S. 551), angeführten Beziehungen und Methoden. Die Formeln für Balkenfachwerke, Bd. 1, S. 526, würden mit $h_m = h$, $d_m = d$, $x_m = z_m = \lambda$, $\varepsilon = \nu = \infty$ und die Formeln für Fachwerke mehrfachen Syftems, Bd. 3, S. 546, mit $h_m = h$, $d_m = d'_m = d$, $o_m = u_m = \lambda$, $\varepsilon = \infty$, $\varrho = 0$ auf entfprechende Gleichungen für Parallelträger führen [2], §§ 34, 93.

Werden für den Parallelträger Fig. 6 die in Fig. 14 erfichtlichen Bezeichnungen der Stabkräfte eingeführt, während Q_m die Summe, M_m bezüglich der Knotenpunkte m das Moment der äußeren Kräfte des Trägers (Stützenreaktion und Laften) links eines Schnittes s durch das $m$te Feld und h, d die Längen der Vertikalen und Schrägftäbe bedeuten, fo hat man für beliebige Belaftung:

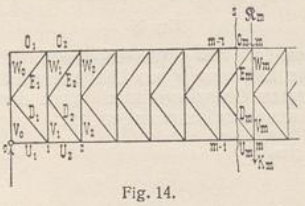


Fig. 14.

$$U_m = \frac{M_{m-1}}{h} = -O_m, \qquad D_m = Q_m \frac{d}{h} = -E_m, \tag{12.}$$

$$V_m = K_m - \frac{Q_m}{2}, \qquad W_m = \frac{Q_m}{2} - \mathfrak{K}_m. \tag{13.}$$

In den zwei letzten Gleichungen bezeichnen K_m, $\mathfrak{K}_m$ die Belaftungen der Knotenpunkte m des Untergurts und Obergurts. Näheres über das Trägerfyftem Fig. 6, 14, welches mehrfach als Windverband und bei der neuen Havelbrücke bei Brandenburg erftmals für Hauptträger verwendet wurde, f. [6], [7] und die Literatur über Fachwerke, Bd. 3, S. 539, [26], [27], [41]. Bezüglich der Grenzwerte der Stabkräfte 12), 13) vgl. Grenzwerte, Bd. 4, S. 626.

Literatur: [1] Winkler, Theorie der Brücken, II. Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881, S. 11—97, 202. — [2] Weyrauch, Theorie der ftatifch beftimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 60, 79, 92—103, 114—127, 159, 219—227, 316, 325—332. — [3] Weyrauch, Beifpiele und Aufgaben zur Berechnung der ftatifch beftimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 84, 103, 157—169, 201—227, 331—342, 348—354, 474—480,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

491—502. — [4] Kriemler, Zur Theorie des Ständerfachwerks mit gekreuzten ſteifen Diagonalen, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 56. — [5] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonſtruktionen (Handbuch der Architektur, 1. Teil, Bd. 1, Heft 2), Stuttgart 1899, S. 175. — [6] Häſeler, Der Brückenbau, 1. Teil, 4. Lieferung, Braunſchweig 1900—1903, S. 424, 439, 441, 443, 445, 448, 450, 455, 465, 604. — [7] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I, Leipzig 1901, S. 300, 507; II, Leipzig 1903, S. 447, 469. — [8] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904, S. 179, 423, 441. — [9] Hartmann, Genauere Behandlung ſtatiſch unbeſtimmter Paralleträger und Vergleich mit der Näherungsrechnung, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 261. — [10] Gebauer, Beitrag zur Theorie der günſtigſten Trägerhöhe des Paralleträgers, Zeitſchr. d Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1906, S. 381, 386, 409. *Weyrauch.*

Paralleträger, Balkenfachwerkträger mit parallelen, geraden Gurtungen. Dieſelben können als Einzelträger, die bloß auf zwei Stützpunkten aufliegen, oder als kontinuierliche, über mehr als zwei Stützen hinwegreichende Träger ausgeführt werden. Beim Paralleträger ſind die Gurtkräfte den Momenten der äußeren Kräfte und die Kräfte in den Ausfachungsſtäben den Querkräften direkt proportional; ſ. a. Brücken, eiſerne. *Melan.*

Paralleträger, graphiſche Berechnung.

Die Gurtungskräfte eines Paralleträgers beſtimmt man in der graphiſchen Statik nach dem Momentenverfahren (ſ. d.): Man teilt das dem Drehpunkte (ſ. d.) entſprechende Biegungsmoment durch die Entfernung des Stabes vom Drehpunkte. Da dieſe Entfernungen für die Gurtungen eines Paralleträgers konſtant gleich der Trägerhöhe ſind, ſo folgt, daß die Gurtungskräfte den Biegungsmomenten proportional werden. Die kleinſten Gurtungskräfte entſtehen, wenn der Träger unbelaſtet iſt, die größten bei vollſtändiger Belaſtung. (Vgl. Balken, einfache, und Fachwerk.) Die Kräfte in den Streben beſtimmt man aus dem Gleichgewicht der vertikalen Komponenten der am Fachwerkteil links vom Schnitt wirkenden Kräfte. Es muß dann die vertikale Komponente der Strebenkraft der Querkraft gleich ſein und entgegengeſetzt wirken. Die Strebenkräfte ſind infolgedeſſen den Querkräften proportional und ergeben ſich durch Zerlegung der Querkraft in zwei Seitenkräfte, die parallel der Gurtung und der Strebe ſind. Die Grenzwerte der Strebenkräfte treten bei einſeitiger Belaſtung des Trägers ein. Bei lotrechten Streben (Pfoſten, Ständer) iſt die Strebenkraft einfach gleich der Querkraft für das durchſchnittene Feld. Sämtliche Stabkräfte infolge ſtändiger Laſt können auch durch einen Cremonaſchen Kräfteplan gefunden werden. Der Gang der Berechnung wird am beſten an einigen Beiſpielen erläutert.

a) Paralleträger mit einfachem Strebenzug.

1. Beiſpiel einer Eiſenbahnbrücke: Die Spannweite betrage 32 m, die theoretiſche Höhe (Entfernung der Gurtungsſchwerpunkte) 4 m, die Fachlänge 4 m (Fig. 1). Die Eigengewichtsbelaſtung ſei für jede Tragwand $g = 1{,}1$ t : m. Dann iſt das Biegungsmoment für Eigengewicht $M = {}^1/_8\, g\, l^2 = {}^1/_8 \cdot 1{,}1 \cdot 32^2 = 140{,}8$ mt und die dieſem Momente entſprechende Gurtungskraft gleich $M : h = 140{,}8 : 4 = 35{,}2$ t. Man zeichnet oberhalb des Fachwerks eine Parabel mit der Scheitelhöhe 35,2 t und daran anſchließend eine die Parabel umhüllende Staffellinie, ſo ſtellen die Ordinaten dieſer Linie die kleinſten Kräfte der oberen Gurtung dar. Eine gleiche Parabel mit eingeſchriebener Staffellinie wird unterhalb gezeichnet; ſie liefert die kleinſten Kräfte der unteren Gurtung.

Die zufällige Belaſtung beſtehe aus drei fünfachſigen Lokomotiven mit 52 t Gewicht bei 11 m Länge (ſ. Fig. 1 rechts oben). Will man den Einfluß dieſer Belaſtung genau beſtimmen, ſo ſetzt man die Radgewichte der drei Lokomotiven zu einem Seileck (ſ. Seilpolygon) zuſammen, beſtimmt durch Verſchieben der Schlußlinie

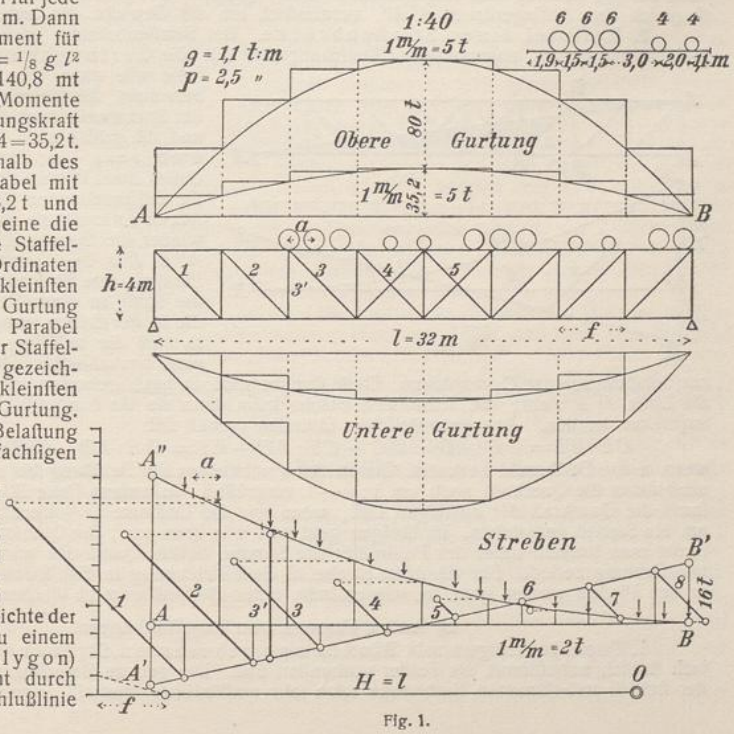


Fig. 1.

für die vier Poſten einer Trägerhälfte die größten Momentenordinaten und fügt ſie an die Eigengewichtsordinaten an. Meiſtens begnügt man ſich indeſſen damit, auch die zufällige Laſt als eine gleichförmig verteilte anzuſehen und dieſe dann ſo zu wählen, daß ſie in der Balkenmitte das nämliche Biegungsmoment wie die gegebenen Einzellaſten hervorruft. In unſerm Falle iſt dieſer Belaſtungsgleichwert (Aequivalenzwert) $p = 2{,}5$ t : m. Die Gurtungskraft ergibt ſich hiernach in der Mitte gleich $\frac{1}{8} \cdot 2{,}5 \cdot 32^2 : 4 = 80$ t. Man fügt dieſe Kraft an die Eigengewichtskraft an, zeichnet wieder zwei Parabeln und die entſprechenden Staffellinien, ſo ſind auch die größten Gurtungskräfte gefunden.

Um die größten und kleinſten Strebenkräfte zu finden, zeichnet man zunächſt (Fig. 1, unten) eine ſchiefe Linie $A'B'$, deren Endordinaten $\frac{1}{2} g\,l = 17{,}6$ t ſind; ſie ſtellt die Querkräfte infolge Eigengewichts dar. Sodann trägt man die Radgewichte der drei Lokomotiven in umgekehrter Stellung als Kräfte auf, zeichnet für die 15 Kräfte ein Krafteck mit der Polweite l und darauf geſtützt das Seileck $A''B$; dann ſtellt dieſes die größten Querkräfte der zufälligen Laſt dar.

Die größte Kraft in einer ſchiefen Strebe tritt ein, wenn der Bahnzug vorgeſchoben wird, bis das erſte Rad am benachbarten Pfoſten ſteht. (Für die zweite Strebe iſt dieſe Stellung eingezeichnet.) Die entſprechende Querkraft für Eigengewicht findet man jetzt lotrecht unter der Strebenmitte, diejenige für zufällige Laſt lotrecht unter dem erſten Rad. Die Summe beider Kräfte wird parallel zu Gurtung und Strebe zerlegt. Führt man dieſe Arbeit für ſämtliche Felder durch, ſo bekommt man acht Kräfte; davon ſtellen 1—4 die größten und 8—5 die kleinſten Kräfte der vier erſten Streben dar. Die beiden Grenzwerte haben in den drei erſten Streben gleiches, in der vierten dagegen entgegengeſetztes Zeichen; will man den in der vierten Strebe auftretenden Wechſel von Zug und Druck vermeiden, ſo muß man in den beiden Mittelfeldern Gegenſtreben anbringen. Die Kraft 5 ſtellt dann die größte Kraft in der Gegenſtrebe dar; die kleinſten Kräfte in den ſich kreuzenden Streben ſind wie gewöhnlich Null. In der Nähe des Auflagers kann der Fall eintreten, daß die Strebenkraft etwas größer wird, wenn man den Bahnzug ſo weit vorſchiebt, bis das zweite Rad am Pfoſten ſteht. Um dieſe Frage zu prüfen, bildet man im Krafteck aus der erſten Kraft und der Feldlänge f ein rechtwinkliges Dreieck und zieht durch den Punkt des Seilecks $A''B$, der um den Abſtand a der beiden erſten Räder links vom Pfoſten liegt, eine Parallele zur Hypotenuſe. Dieſe Parallele zeigt, um wieviel die Querkraft durch das Vorſchieben zunimmt. In unſerm Beiſpiele iſt dieſe Ergänzung für die beiden erſten Streben vorzunehmen. Die Kräfte in den Pfoſten findet man bei obenliegender Fahrbahn dadurch, daß man die Kräfte der benachbarten Streben wagerecht und ſenkrecht zerlegt und von der ſenkrechten Seitenkraft das Eigengewicht eines unteren Knotenpunktes abzieht. Iſt letzteres beiſpielsweiſe gleich $\frac{1}{4} g f$, ſo kann man die geſuchte Kraft um $\frac{1}{4} f$ links vom Pfoſten unmittelbar abgreifen. Für den dritten Pfoſten iſt die Kraft in der Figur eingezeichnet und mit 3′ bezeichnet. Bei untenliegender Fahrbahn denkt man ſich die Kräfte der ſchiefen Streben in den oberen Knotenpunkten zerlegt und fügt zu den lotrechten Komponenten je das Gewicht eines oberen Knotenpunktes hinzu; in dieſem Falle kann man die geſuchte Kraft um $\frac{1}{4} f$ rechts vom betreffenden Pfoſten abgreifen. Die größte Kraft im Auflagerpfoſten iſt gleich dem Auflagerdruck $A'A''$, vermindert um das Gewicht des unteren Knotenpunktes.

2. Beiſpiel einer Straßenbrücke. Bei Straßenbrücken wird die zufällige Laſt gleichförmig verteilt angenommen (Menſchengedränge). Die Gurtungskräfte werden in dieſem Falle wie oben (Fig. 1) beſtimmt. Man berechnet die kleinſte Kraft in der Mitte der Spannweite nach der Formel $\frac{1}{8} g\,l^2 : h$ und die größte nach der Formel $\frac{1}{8} q\,l^2 : h$, worin $q = g + p$; dann zeichnet man mit dieſen zwei Werten die vier Parabeln und die entſprechenden Staffellinien. Um die Strebenkräfte zu finden, zeichnet man wieder die Gerade $A'B'$ und die Kurve $A''B$ (Fig. 2). Letztere wird hier zur Parabel; ihre Endordinate iſt $\frac{1}{2} p\,l$. Soll die Kraft in einer Strebe, beiſpielsweiſe die in der dritten, möglichſt groß werden, ſo muß die zufällige Laſt nicht nur bis zum benachbarten Pfoſten, ſondern bis zur Belaſtungsgrenze C vorrücken. Dieſe Grenze wird dadurch gefunden, daß man im Fachwerk die Linie $A_1 B$ zieht; die ſchraffierte Fläche kann dann als die Einflußfläche der Strebe $D_1 E$ angeſehen werden. Aus geometriſchen Gründen verhält ſich

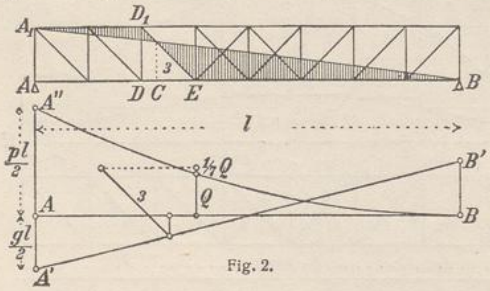


Fig. 2.

$$CE : EB = DC : AD = DC + CE : AD + EB = DE : AB - DE = 1 : n - 1,$$

wenn n die Felderzahl bedeutet. Durch das Vorſchieben der Belaſtung bis zum Grenzpunkte C wird daher die Querkraft noch um $1 : n - 1$ vergrößert. In unſerm Falle iſt $n = 8$; wir erhalten ſomit die Querkraft der zufälligen Laſt, wenn wir die Ordinate Q lotrecht unter dem Pfoſten um ein Siebtel vergrößern. Im übrigen geht man wie oben vor; die Querkraft für Eigengewicht findet man lotrecht unter der Feldmitte; die Summe beider Querkräfte wird parallel zu Strebe und Gurtung zerlegt. Für die dritte Strebe iſt dieſe Zeichnung in Fig. 2 ausgeführt. Die Kräfte in den Pfoſten werden ganz ſo, wie es beim erſten Beiſpiel gezeigt worden, beſtimmt.

b) Andre Formen von Parallelträgern.

1. Parallelträger mit Pfoſten und gekreuzten Streben (Fig. 3) ſind ſo vielfach ſtatiſch unbeſtimmt, als Felder vorhanden ſind. Die genaue Berechnung nach der Theorie der ſtatiſch unbeſtimmten Fachwerke wäre ſehr umſtändlich, deshalb begnügt man ſich für die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Praxis mit der folgenden Näherungsmethode: Man zerlegt das Syſtem in zwei einfache ſtatiſch beſtimmte Syſteme und ſetzt voraus, daß die beiden Einzelſyſteme ſich bei jedem Belaſtungsfall gleich in die Laſtaufnahme teilen. Dadurch folgt zunächſt, daß in jedem Feld die Diagonalen gleich, aber entgegengeſetzt beanſprucht ſind, und zwar ſind die Stabkräfte und ihre Grenzwerte in den Streben jeweils die Hälfte der beim einfachen Parallelträger vorhandenen Kräfte. Führt man ſodann durch ein Feld einen Schnitt, ſo folgt weiterhin aus der Horizontalkomponentengleichung für die am linken abgeſchnittenen Trägerteil wirkenden Kräfte, daß die Obergurtkraft gleich, aber entgegengeſetzt der Untergurtkraft iſt, weil die horizontalen Komponenten der beiden Strebenkräfte ſich aufheben. Hieraus ergibt ſich dann weiter, daß die Gurtungskräfte aus dem Schnittmoment in bezug auf den Diagonalenkreuzungspunkt zu berechnen ſind. Aus dieſer Bedingung laſſen ſich die Einflußlinien der Gurtungskräfte zeichnen, die bei Laſtenzügen angezeigt ſind. Für gleichförmige Belaſtung ſind die Gurtungskräfte durch die in Fig. 3 gezeichnete Staffellinie dargeſtellt, wobei die horizontalen Strecken jeweils durch die Mitten der einzelnen Seiten des Momentenpolygons gezogen ſind. Die Pfoſten ſind bei obenliegender Fahrbahn mit der halben oberen Knotenlaſt gedrückt, bei untenliegender Fahrbahn mit der halben unteren Knotenlaſt gezogen. Die Endpfoſten ſind gedrückt mit dem halben Auflagerwiderſtand, abzüglich der Knotenlaſt am Auflager.

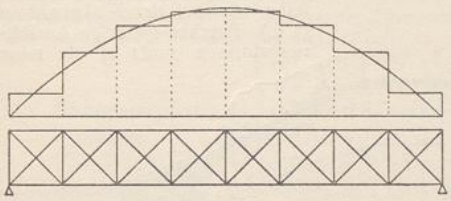


Fig. 3.



Fig. 5.

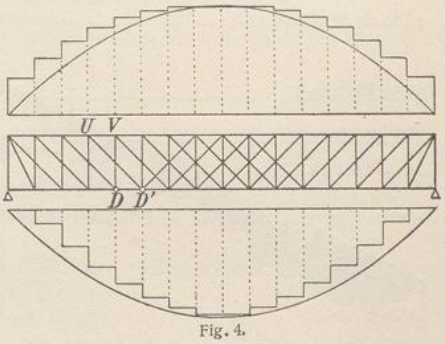


Fig. 4.

2. Auch bei den zweiteiligen Ständerfachwerken (Fig. 4) kann man ſich das doppelte Fachwerk in zwei einfache zerlegt denken und jedem von ihnen die Hälfte der Belaſtung zuteilen. Dem Gurtungsſtabe UV z. B. entſpricht für den einen Strebenzug der Drehpunkt D, für den andern der Punkt D'. Das Mittel aus den Momentenordinaten dieſer beiden Punkte ergibt die Kraft in UV. Auf Grund dieſer Betrachtungsweiſe gelangt man leicht zu den beiden Staffellinien für obere und untere Gurtung. Was die Streben betrifft, ſo werden ihre Kräfte wie in den Fig. 1 und 2 beſtimmt und halbiert. Bei Eiſenbahnbrücken ſind jedenfalls Einflußlinien angezeigt, die bei den Parallelträgern doppelten Syſtems, nach dem beim Art. Einflußlinien (ſ. d.) angegebenen Verfahren konſtruiert, ſehr genaue Reſultate geben.

3. Parallelträger mit Zwiſchenſtreben (Fig. 5) ſind als Fachwerke mit einfachem Strebenzug anzuſehen, zu denen noch kleine Hängewerke hinzutreten. Die unteren Gurtungen ſowie die Pfoſten und die unteren Strebenhälften werden durch dieſe Aenderung nicht beeinflußt. Die Kräfte in den oberen Gurtungen werden größer als früher, und zwar findet man die Vergrößerung, indem man den Zwiſchenpfoſten möglichſt ſtark belaſtet (mit Lokomotiv- bezw. Wagenrädern) und für das Hängewerk einen kleinen Cremonaſchen Kräfteplan (ſ. d.) zeichnet. Zugleich bekommt man hierbei die im Zwiſchenpfoſten und in der Zwiſchenſtrebe auftretenden Kräfte; ſie ſind auf der ganzen Spannweite dieſelben. Die Kräfte in den oberen Strebenhälften endlich berechnet man nach dem gewöhnlichen Verfahren, nur mit dem Unterſchied, daß die halbe Pfoſtenentfernung als Fachlänge angenommen wird.

Literatur: Culmann, Graph. Statik, Zürich 1866; Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiſerner Dach- und Brückenkonſtruktionen, Hannover 1873; Tetmajer, Aeußere und innere Kräfte, Zürich 1875, Winkler, Theorie der Brücken, 2. Heft, Wien 1881; Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Bd. 1, Stuttgart 1905; Schäffer und Sonne, Handbuch des Brückenbaus, Bd. 2, Leipzig 1888/90; Ritter, W., Anwendungen der graphiſchen Statik, 2. Teil, Zürich 1890. *Mörſch.*

Parallelwege oder Längswege, Wege entlang einer Bahn oder eines Kanals, meiſtens angelegt als Zufahrt zu Grundſtücken, die durch die Neuanlage ihrer Zufahrt beraubt wurden. *Kübler.*

Parallelwerk (Leitwerk, Leitdamm, Richtwerk, Streichwerk), ein im Flußbette, in der herzuſtellenden, zukünftigen Uferlinie (Streichlinie) ausgeführter, im allgemeinen freiſtehender Damm mit Queranſchlüſſen zum natürlichen Ufer (vgl. Bd. 4, S. 120, Fig. 1). Es gehört wie die Buhne (ſ. d.) zu den Flußeinſchränkungsbauten behufs Einengung übermäßig breiter Flußſtrecken auf die Normalbreite (ſ. d.) oder Bewirkung von Verlandungen ausgeſchalteter Teile des Flußbettes.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber die Anwendung der Parallelwerke f. Flußregulierung, Bd. 4, S. 119, und Gebirgsflußregulierung, Bd. 4, S. 321. Hinſichtlich der Bauart iſt das Parallelwerk (ſowie auch die Buhne) entweder maſſiv, dicht oder ſchwebend, durchläſſig.

1. Ununterbrochene **maſſive Parallelwerke,** deren Krone höher als der Hochwaſſerſpiegel des Fluſſes liegt (inſubmerſible Leitwerke), bilden das fertige Ufer des korrigierten Fluſſes; vgl. Uferdeckwerke. Liegt die Krone der Parallelwerke tiefer, ſo können — je nach dieſer Lage — überſtrömende trübe oder auch geſchiebeführende Wäſſer zur Auflandung benutzt werden (ſubmerſible Leitwerke); dieſe Bauten ſind unfertig und werden erſt nach genügender Verlandung der Altwaſſer zum endgültigen Uferdeckwerk ausgeſtaltet. Die Verlandung ſchreitet bei ununterbrochenen Leitwerken mit Kronenlage auf Mittelwaſſer, die wenig Geſchiebe übertreten laſſen, ſehr langſam voran, beſteht aber dann in der Ablagerung feinen, landwirtſchaftlich gut brauchbaren Schlicks. Liegt die Krone auf Niederwaſſer oder wenig darüber, ſo ergibt ſich der Uebelſtand zu häufiger Ueberflutung des abgebauten Flußteiles mit ungetrübtem Waſſer; dagegen liefern die Hochwaſſer mächtigere Ablagerungen von Kies und Schlamm in die Altwaſſerbecken. Will man das letztere nur an beſtimmten Orten erreichen, ſo läßt man wohl in einem längeren Parallelwerk ſtellenweiſe Lücken oder Breſchen im Damm (Verlandungsöffnungen) frei. Der ganze Vorgang iſt derſelbe wie bei der Kolmation (ſ. d.). Hierher gehörige Ausführungsformen ſind: a) die reine

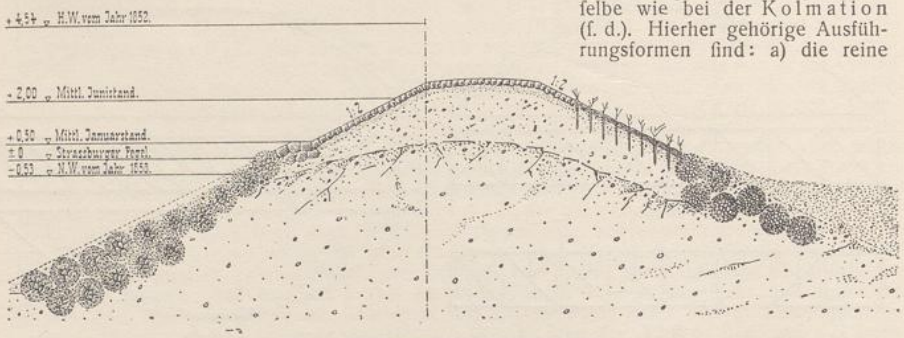


Fig. 1. Parallelwerk am Oberrhein (Elſaß).

Steinſchüttung; b) Steinſchüttung mit einem Kern aus kleinerem, billigerem Material, wie Kies (vgl. [2] und Bd. 4, S. 121, Fig. 5); c) Körper aus Senkfaſchinen mit Steinumſchüttung an den Außenſeiten (vgl. [2] und Bd. 4, S. 121, Fig. 4); d) Packwerk; e) Steinkaſten; f) Sinkwalze oder Senkwurſt. Die umfaſſendſten Parallelwerksbauten ſind am deutſchen Oberrhein von Baſel bis zur heſſiſchen Grenze ausgeführt. In Fig. 1 geben wir die Anordnung am elſäſſiſchen Ufer wieder. Die Dammkrone liegt hier etwas höher als der Vollwaſſerſtand vom Juni; auf der Rückſeite ſind in Höhe des mittleren Juniwaſſerſtandes Weidenſtecklinge angebracht, hinter welchen die höheren Waſſerſtände den fruchtbaren Rheinſchlick in großen Maſſen zur Ablagerung bringen, wodurch große Flächen landwirtſchaftlich nutzbaren Geländes gewonnen worden ſind.

2. Bei der **ſchwebenden** und **durchläſſigen Bauweiſe** iſt einerſeits die Sohle unter dem Einbau freigelaſſen, anderſeits ſind in letzterer zahlreiche Oeffnungen angebracht, ſo daß durch Einſchwemmen des Geſchiebmaterials und der ſchwereren Sinkſtoffe in den abgebauten Flußteil eine raſchere Verlandung erzielt wird. Dieſe Anlagen bewirken zu demſelben Behufe nur eine Ermäßigung der ſtarken Strömung hinter dem Werke, indem ſie von dem Flußſpiegel weg mehr oder weniger tief abwärts zur Sohle untertauchen. Diesbezügliche Ausführungen ſind: a) das Gehänge von Wolf (Bd. 4, S. 345); b) ähnliche Gehänge aus bloßem Strauchwerk oder aus Strauchgeflecht [3], Blatt 4; c) Pfahlwerk mit teilweiſer Bohlenwand (Fig. 2); d) ſchwimmendes Leitwerk aus mehreren zuſammenhängenden Baumſtämmen oder Bäumen, die entſprechend beſchwert und am Anfang und Ende gehörig verankert ſind, ſo z. B. an Steinkäſten befeſtigt; e) eiſerne Drahtgitterwände von Döll [4]. Parallelwerke geſtatten in kürzeſter Zeit die Herſtellung eines regelmäßigen Flußbetts beſtimmter Abmeſſungen; letztere ſind aber damit unveränderlich feſtgelegt, müſſen alſo vor Anlage des Werkes genau erwogen werden. Sie erfordern gut geſicherte Böſchungen gegen die Angriffe des Waſſers (hauptſächlich am Ueberſturz) und beſondere Vorſichtsmaßregeln gegen die gefährlichen Hinterſtrömungen, werden deshalb relativ teuer in Anlage und Unterhaltung, haben ſich aber ſowohl bei Gebirgsflüſſen als auch bei Niederungsſtrömen gut bewährt und werden vielfach ſo verwendet, daß man ſie am konkaven Ufer anbringt, am gegenüberliegenden konvexen Ufer dagegen Buhnen anordnet (Verbundſyſtem); vgl. [1], [5], [6].

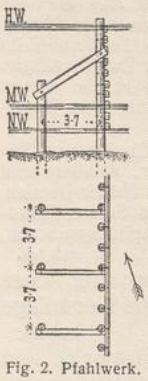


Fig. 2. Pfahlwerk.

Literatur: [1] Handb. d. Ing.-Wiſſenſch., 3. Teil, Bd. 6, Flußbau, Leipzig 1907. — [2] Deutſche Bauztg. 1888, S. 336. — [3] Roloff, Nordamerik. Waſſerbauweſen, Berlin 1895. — [4] Döll, Regulierung geſchiebeführender Waſſerläufe, Leipzig 1896. — [5] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- und Arch.-Ver. 1894, S. 343, 353, 360. — [6] v. Hohenburger, Die Murregulierung in Steiermark, Wien 1894.

Parallelzüge, in Geſchützrohren und Gewehrläufen die Züge, welche überall gleiche Breite haben; Gegenteil: Keilzüge.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Paramagnete, f. Magnetismus, Bd. 6, S. 279.

Paramatta, Köpergewebe, f. Weberei.

Paramente, die Meßgewänder, Altar- und Kanzelbekleidungen fowie der übrige ftoffliche Kirchenfchmuck; f. Altar und Kunftgewerbe.

Parameter, im allgemeinen jede Größe, die in einer Funktion neben den Veränderlichen enthalten ift.

Bei einem Kegelfchnitt (f. d.) ift der Parameter die Länge der im Brennpunkt auf der Hauptachfe fenkrechten Sehne. Der Halbparameter ift der Abftand des Brennpunkts von der nächftgelegenen Directrix, zugleich die Ordinate des Brennpunkts. Parameter heißt auch in der Mathematik eine Größe, die für ein fpezielles geometrifches Gebilde konftant, für eine Schar jedoch verfchieden ift und zur Unterfcheidung der einzelnen Individuen derfelben dient. So ift in der Schar der Kreife mit konftantem Radius, deren Mittelpunkte auf der x-Achfe liegen: $(x-a)^2+y^2=r^2$ der Parameter $=a$. Parameter heißen ferner die Größen, die zur Unterfcheidung der zu einer Gruppe gehörigen Transformationen dienen (f. Gruppentheorie). Werden die Koordinaten einer Kurve (Fläche) durch Funktionen einer (zweier) Größen dargeftellt, fo heißt die letztere ebenfalls Parameter. Die Werte des Parameters find bei diefer Parameterdarftellung den einzelnen Punkten der Kurve zugeordnet. Differentialparameter heißen nach Lamé die zur Gleichung $f(x, y)=0$ in rechtwinkligen Koordinaten gehörigen Größen

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \text{ und } \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}.$$

Wölffing.

Paramorphofen, f. Pfeudomorphofe.

Parapett, f. v. w. Brüftung (f. d.).

Parchend (Barchend), f. Weberei.

Pardune, ein zum ftehenden Gut eines Schiffes gehöriges Tau (Hanf oder Draht), mittels welchem eine Stenge feitwärts und nach achtern verftagt und geftützt wird. *T. Schwarz.*

Parfümerie, Induftriezweig zur Darftellung wohlriechender Präparate, f. Oele, ätherifche, Riechftoffe, künftliche.

Parian, f. v. w. Elfenbeinporzellan (f. d.).

Pariferblau (Antwerpener-, Berliner-, Diesbacher-, Eifen-, Englifch-, Erlanger-, Luifen-, Neu-, Oel-, Preußifch-, Reymonds-, Stahlblau [Bleu d'acier], Turnbulls-, Waffer-, Zwickauerblau), blaue Cyaneifenfarben (Ferrocyaneifen), die in ihrem äußeren Anfehen fowohl als auch in der Reinheit der Farbe fehr wefentliche Unterfchiede zeigen.

Häufig find fie vollkommen rein und dann tiefdunkelblau, beinahe fchwarzblau, und nehmen durch Reiben mit dem Fingernagel Kupferglanz an; vielfach aber erhalten fie indifferente Zufätze, wie Stärke, Schwerfpat, Gips, gebrannte und feingemahlene Tone, Kaolin, felten andre Stoffe, wodurch (namentlich bei Ton und Gips) die Farbe wefentlich heller wird, immer aber den eigentümlichen Farbenton des reinen Pariferblau beibehält. Die Güte eines Pariferblau läßt fich durch bloßes Anfehen nicht beurteilen, denn der Gehalt an reinem Pariferblau kann bei ganz gleichem und namentlich gleich dunkelm Anfehen doch ein ganz verfchiedener fein, was davon kommt, daß die vorgenannten üblichen Zufätze durch ihre verfchiedene Deckkraft, ein und derfelben Menge Pariferblau beigemifcht, deffen Farbenton ungleich herabdrücken. Stärke kann in fehr großer Menge beigefügt werden, und das Blau behält doch eine fehr dunkle Farbe, die ins Kupferfarbige zieht; fie erteilt der Farbe aber eine gewiffe Leichtigkeit, fo daß die Stärke keinen erdigen (oder überhaupt keinen) Zufatz vermuten läßt. Schwerfpat drückt die Farbe wegen feiner größeren Deckkraft bei gleichen Zufatzmengen viel bedeutender herab und macht das Gemifch verhältnismäßig viel fchwerer; dem Schwerfpat zunächft fteht Gips und ferner gebrannter Ton, welche beide die Farbe nicht fo fchwer machen aber in noch viel größerem Maße herabbringen.

Das Prinzip der Darftellung des Pariferblaus ift die Erzielung eines weißen Niederfchlages aus Löfungen von gelbem Blutlaugenfalz mit Eifenoxydulfalz, der dann durch Oxydationsmittel gebläut wird. Das Bläuen diefes Niederfchlages erfolgt auf die Weife, daß man denfelben in einem Keffel bis nahe zum Kochen erhitzt, ihn in Holzgefäße bringt und in denfelben zuerft mit beftimmten Mengen Salpeterfäure, dann mit englifcher Schwefelfäure, wobei fich falpetrigfaure Dämpfe bilden, behandelt. Die Maffe wird dann wiederholt ausgewafchen, abfiltriert oder abgepreßt, in länglich viereckige Stücke gefchnitten und zuerft an der Luft, dann in Trockenräumen bei 31—40° C. getrocknet. Auch Chlor, Salz- und Salpeterfäure, doppeltchromfaures Kali und Schwefelfäure werden zum Oxydieren des weißen Niederfchlages benutzt. Die durch Fällen von Eifenoxydfalzlöfungen mit gelbem Blutlaugenfalz erhaltenen Niederfchläge liefern fofort Pariferblau, doch find die Produkte nach dem Trocknen nicht fo fchön und feurig als die aus Eifenoxydulfalzen erzielten Farben, und das Verfahren hat in Deutfchland keinen Eingang gefunden. In jüngfter Zeit dient auch gebrauchte Gasreinigungsmaffe als Ausgangsmaterial für Pariferblau. Turnbullsblau ift der Niederfchlag der Löfungen von Eifenoxydulfalz mit rotem Blutlaugenfalz. Durch Erhitzen von Pariferblau wird folches in eine braune Farbe (Preußifchbraun, Berlinerbraun) übergeführt. *Andés.*

Parifergelb (Chromgelb), f. Chromfarben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pariſerrot, lebhaft gefärbte, ſehr feine Mennige, durch vorſichtiges Glühen von Bleiweiß erhalten, wobei die Kohlenſäure bis auf einen kleinen Teil entweicht. *Andés.*

Pariſerſchwarz, ſehr fein gemahlenes, gut deckendes Beinſchwarz; auch Ruß wird mitunter als ſolches abgegeben.

Pariſienne, gemuſtertes Seidengewebe, ſ. Weberei.

Park, großer Garten (ſ. d.) im ſogenannten natürlichen Stil; militäriſch die Vereinigung von Kriegsmaterial (Fuhr-, Geſchütz-, Luftſchiffer-, Munitionspark u. ſ. w.).

Parkett, -fußboden, ſ. Fußboden, Bd. 4, S. 219.

Parlamentshaus, Reichstags- oder Landtagsgebäude, ein öffentliches Gebäude, in welchem die von dem Volke gewählten Vertreter oder Abgeordneten tagen, in Sitzungen beraten und die Mitregierung ausüben; dasſelbe muß einen der Größe des Staats entſprechenden und würdigen Ausdruck geben. Je nach der Landesverfaſſung beſteht die Vertretung aus einer oder aus zwei Kammern oder Häuſern, und demgemäß ſind ein oder zwei Sitzungsſäle mit den nötigen Nebenräumen anzuordnen.

Für die räumliche Ausdehnung des Sitzungsſaals iſt die Anzahl der Vertreter, für welche der Flächenraum von ca. 1,50 qm nicht überſchritten werden ſollte, beſtimmend. Bei großen Sälen ſollte, um das Hören des geſprochenen Wortes nicht zu erſchweren, die Höhe in beſcheidenen Maßen gehalten werden. Zur Tagesbeleuchtung iſt hohes Seitenlicht oder auch Oberlicht zu beſchaffen. Die Sitzungsſäle ſind im unteren Geſchoſſe von Vorplätzen mit Kleiderablagen u. ſ. w. zu umgeben, darüber liegen die Galerien für das Publikum, für den Hof, Diplomatie, für die Preſſe u. ſ. w., welche auf getrennten Wegen ihren Zugang haben müſſen. In nächſter Nähe des Saales ſind die Arbeitszimmer des Vorſtands, der Schriftführer, der Stenographen ſowie Kanzleien u. ſ. w. anzulegen; ebenſo die Erholungs- und Leſeräume, Sprechzimmer u. ſ. w. der Abgeordneten. In beſonderen Abteilungen ſollen die Geſchäftszimmer der

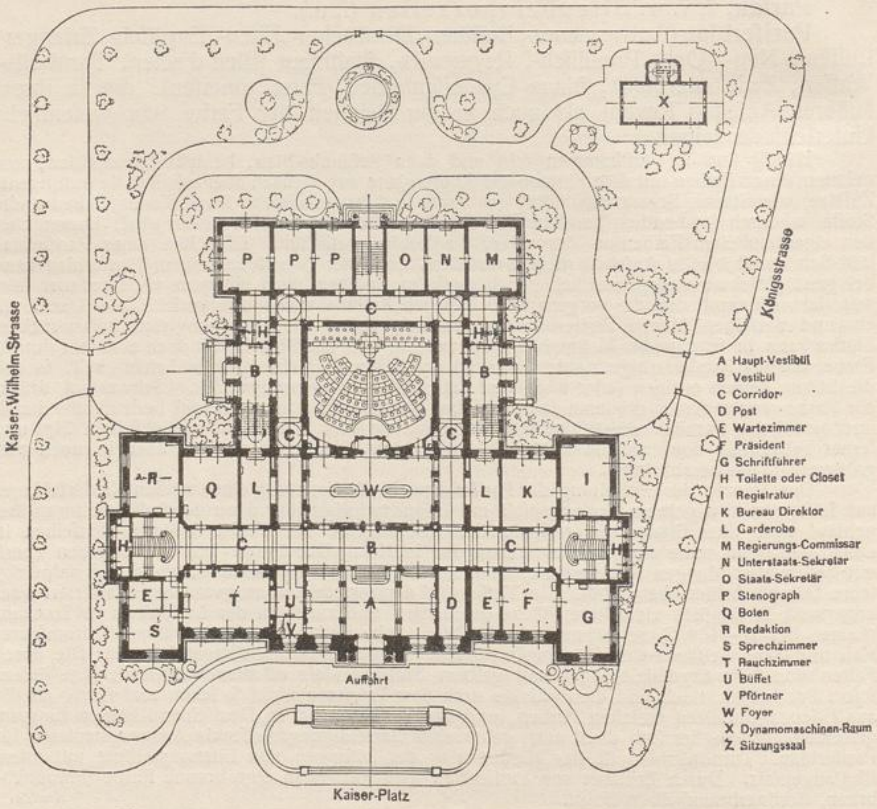


Fig. 1. Grundriß vom Erdgeſchoß des Landesausſchußgebäudes zu Straßburg i. E.

Regierungsvertreter, die Sitzungsfäle der Kommiffionen, Bibliothekräume, Empfangszimmer für den Hof liegen, jedoch alle in bequemer Verbindung mit den Haupträumen. Haupt- und Nebeneingänge mit Zufahrten, große Vorhalle mit Pförtnerzimmer, zugfreie Vorplätze und reiche Treppenanlagen vermitteln den inneren Verkehr. Wohnungen find zu befchaffen für den Hauswart und etwa folche für die Vorftände. — Ueber die Gefamtanordnung und die inneren Einrichtungen find in den Fachzeitfchriften zahlreiche Veröffentlichungen erfchienen, worauf hiermit verwiefen wird.

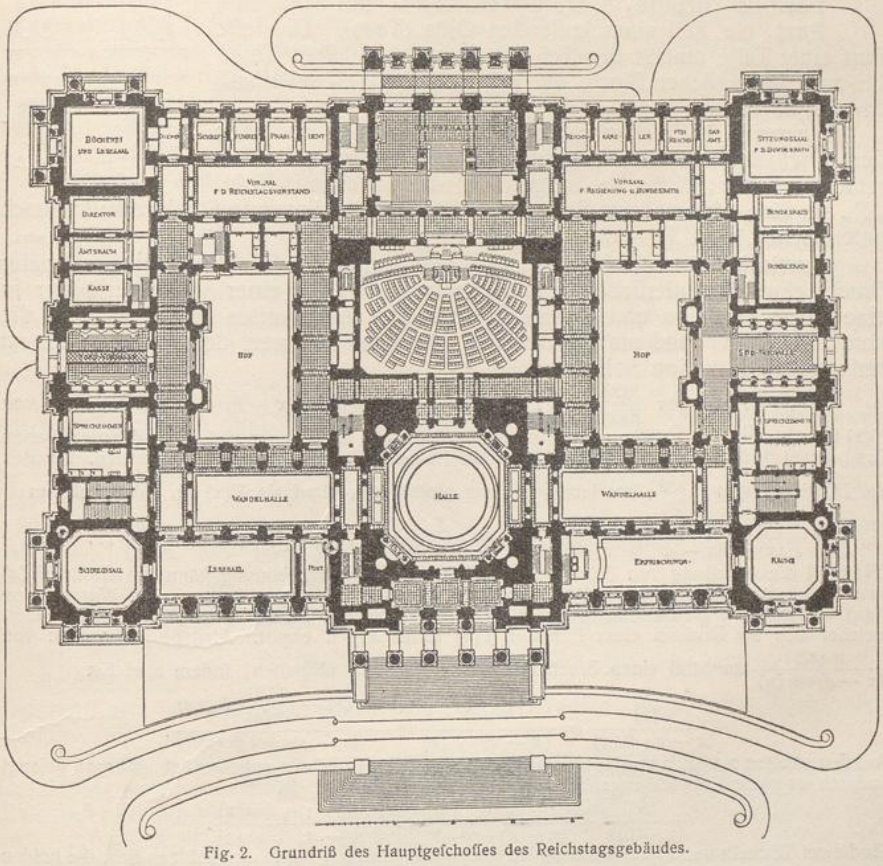


Fig. 2. Grundriß des Hauptgefchoffes des Reichstagsgebäudes.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 7. Halbbd., Darmftadt 1887, S. 404, Parlamentshäufer von H. Wagner und Paul Wallot. — [2] Encyclopédie d'arch. 1882, S. 25, Terrier, L'installation des parlements. — [3] Allgem. Bauztg., Wien 1883, S. 71, v. Ferftel, Reichstagsgebäude, Berlin 1869/70, S. 214; Ybl, Parlamentsgebäude Budapeft. — [4] Zeitfchr. für Bauwefen, Berlin 1887, S. 201, Ende & Böckmann, Landtagshaus in Danzig. — [5] Deutfche Bauztg., Berlin 1875, S. 263 ff., Hanfen, Entwurf zu dem öfterreichifchen Parlamentshaus Wien; 1885, S. 329, Das eidgenöffifche Parlamentsgebäude in Bern; 1893, S. 589 ff., Neckelmann, Landesausfchußgebäude in Straßburg; 1894, S. 541, Wallot, Reichshaus in Berlin. — [6] Zentralbl. der Bauverwalt., Berlin 1882, S. 229 ff., Reichstagsgebäude in Berlin; 1890, S. 145, Schulze, Parlamentsgebäude für Rom; 1894, S. 441, Streiter, Zur Baugefchichte des Reichstagshaufes in Berlin. — [7] The Builder, London 1869, S. 644, Lynn, Houses of parliament, Sydney; 1870, S. 425, Fuller & Lawer, Capitol for the state of New York; 1885, S. 135, Barry, Design for houses of parliament. — [8] Straßburg und feine Bauten, Straßburg 1894, S. 411 ff. — [9] Berlin und feine Bauten, Berlin 1896 (W. Ernft & Sohn), Bd. 2, S. 53 ff.

Weinbrenner.

Parfonsbolzen heißen Schraubenbolzen, deren Schaft auf den Querfchnitt des Schraubenkerns verfchwächt ift.

Indem hierbei der Schaft gleiche Spannung mit dem Kern erhält, entlaftet er bei plötzlich auftretenden Zugkräften durch feine Elaftizität den Kern und bietet daher größere Sicherheit gegen Bruch als ein Bolzen mit vollem Schaftquerfchnitt. Die Querfchnittsverminderung bildet man fo, daß der Schaft im Loch noch gut anliegt, und zwar durch vier Längsrillen (Fig. 1), oder für Schrauben in Stangenköpfen und Kreuzköpfen durch Ausbohren des Schaftes vom Kopf aus, meift aber durch Abdrehen des Schaftes bis auf kurze Stellen am Kopf und an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Lagerfuge (Fig. 2). Wenn man das Gewinde über die ganze Länge bis zum Kopf hin schneidet, schwächt man zwar den ganzen Bolzen, ohne indes den Vorteil elastischer Streckbarkeit zu erreichen. — Fundamentanker, Dachzugstangen und andre lange Schrauben erhalten, zum Zweck der Materialersparnis, das Gewinde auf den durch Stauchung verdickten Enden und ähneln deswegen den Parsonsbolzen in ihrer Beanspruchungsweise. *Lindner.*

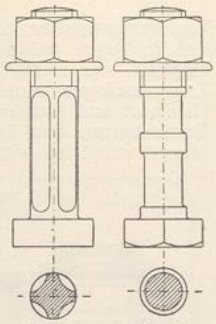


Fig. 1. Fig. 2. Parsonsbolzen.

Parsons-Turbine, s. Dampfturbine, Bd. 2, S. 633.

Part, ein Teil eines laufenden Guts (Taus). Die feste Part einer Talje umfaßt den Teil des Taues vom festen Tamp bis zum beweglichen Block, die lose Part den Teil außerhalb der Talje. *T. Schwarz.*

Parterre, 1. Zuschauerplatz im Theater (s. d.), zwischen dem Orchester und den Logenreihen gelegen und mit Sitzreihen versehen; 2. s. v. w. Erdgeschoß, das zu ebener Erde, d. h. um eine oder mehrere Stufen über Straßenhöhe liegende Stockwerk; hiernach unterscheidet man Tief- oder Hochparterre. *Weinbrenner.*

Partialbrüche (Teilbrüche). Eine rationale Funktion (ein rationaler Bruch) einer Veränderlichen x läßt sich immer nur in einer Weise zerfällen: in eine ganze Funktion und in eine Summe von sogenannten Partialbrüchen, die konstante Zähler und als Nenner die einzelnen Faktoren des Nenners der zu zerlegenden Funktion haben.

Es sei zu zerlegen $\frac{f(x)}{F(x)}$, wo $F(x)=(x-a)(x-b)\dots(x-l)$, d. h. die Faktoren von $F(x)$ seien zunächst alle reell und voneinander verschieden. Ist $F(x)$ von gleichem oder niedrigerem Grad als $f(x)$, so muß zunächst durch Division die ganze Funktion abgespalten werden. Der Rest der Division ergibt $\frac{\varphi(x)}{F(x)}$, wo jetzt $\varphi(x)$ von niedrigerem Grad als $F(x)$ ist. Man hat nun

$$\frac{\varphi(x)}{F(x)}=\frac{A}{x-a}+\frac{B}{x-b}+\dots+\frac{L}{x-l},\ \text{wo}\ A=\frac{\varphi(a)}{F'(a)},\ B=\frac{\varphi(b)}{F'(b)}\dots$$

[$F'(x)$ ist die Ableitung von $F(x)$]. Anstatt durch Differentialrechnung kann die Größe $F'(a)$ auch durch rein algebraische Prozesse ermittelt werden. Es mögen ferner α der Wurzeln von $F(x)=0$ einander gleich sein, so daß $F(x)=(x-a)^\alpha\Phi(x)$. Es sei ferner $f_\alpha(x)$ der Quotient, welcher sich bei Division einer Funktion $f(x)$ durch $x-a$ ergibt. Alsdann kann man von $\frac{\varphi(x)}{(x-a)^\alpha\Phi(x)}$ zunächst einen Bruch mit Nenner $(x-a)^\alpha$ abspalten, indem man hat

$$\frac{\varphi(x)}{(x-a_\alpha\Phi(x)}=\frac{\varphi(a)}{(x-a)^\alpha\Phi(a)}+\frac{\varphi_\alpha(x)-\frac{f(a)}{\Phi(a)}\Phi_\alpha(x)}{(x-a)^{\alpha-1}\Phi(x)}.$$

Auf den zweiten rechts stehenden Ausdruck wird dasselbe Verfahren angewendet und man gelangt dadurch zu einer Entwicklung:

$$\frac{A}{(x-a)^\alpha}+\frac{A_1}{(x-a)^{\alpha-1}}+\dots+\frac{A_{\alpha-1}}{x-a}+\frac{\psi(x)}{\Phi(x)}.$$

Sind zwei Wurzeln von $F(x)=0$ komplex konjugiert, z. B. $a\pm bi$, so empfiehlt es sich, die beiden betreffenden Partialbrüche auf gemeinsamen Nenner zu bringen, wodurch ein Bruch mit linearem Zähler und quadratischem Nenner entsteht von der Form $\frac{\lambda x+\mu}{(x-a)^2+b^2}$. Bei der praktischen Ausrechnung von Beispielen empfiehlt es sich vielfach, die Partialbruchzerlegung zunächst mit unbestimmten Koeffizienten anzuschreiben und, indem man die Partialbrüche wieder auf gemeinsamen Nenner bringt, die Koeffizienten durch Koeffizientenvergleichung zu bestimmen. Beispiel

$$\frac{f(x)}{F(x)}=\frac{x^6-x^5-8x^3+3x^2+10x+5}{x^5+x^4-x^3-3x^2+2},$$

wo der Nenner gleich $(x-1)^2(x+1)(x^2+2x+2)$, gibt durch Abspalten der ganzen Funktion und Anschreiben der Partialbruchentwicklung:

$$\frac{f(x)}{F(x)}=x-2+\frac{A}{(x-1)^2}+\frac{A_1}{x-1}+\frac{B}{x-1}+\frac{Cx+C_1}{x^2+2x+2}.$$

Die Vereinigung der Brüche ergibt für die unbekannten Koeffizienten die Relationen

$A_1+B+C=3$; $A+2A_1+C_1-C=-7$; $3A+A_1-B-C-C_1=-3$;
$4A-2A_1-2B+C-C_1=8$; $2A-2A_1+2B+C_1=9$, hieraus $A=1$; $A_1=-2$; $B=2$, $C=3$; $C_1=-1$, also

$$\frac{f(x)}{F(x)}=\frac{1}{(x-1)^2}-\frac{2}{x-1}+\frac{2}{x+1}+\frac{3x-1}{x^2+2x+2}.$$

Die Partialbruchzerlegung ist für die Integration der rationalen Funktionen von Wichtigkeit.

Literatur: [1] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, deutsch von Harnack, I, Leipzig 1884, Kap. 12. — [2] Reuschle, Abgekürzte algebraische Division bei quadratischem und höherem Divisor, Zeitschr. für Mathematik und Physik 41, 93—102 (1896). *Wölffing.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Parzelle, ein Grundſtück, welches ſachlich ungeteilt nur einem Eigentümer oder einer Eigentümergruppe gehört, im Grundbuch nur ein Rechtsobjekt bildet, ganz in der nämlichen Feldlage liegt und demſelben Gemeindebezirke angehört ſowie von gleicher Kulturart iſt. Weiteres ſ. Kataſter, Bd. 5, S. 404, ſowie die dort angegebene Literatur. *(† Reinkertz) Hillmer.*

Parzelle. Durch das Zerlegen eines größeren, im Beſitz eines einzelnen oder im gemeinſamen Beſitz mehrerer befindlichen Grundſtücks in getrennte Teile mit verſchiedenen Eigentümern entſtehen ſelbſtändige kleinere Grundſtücke, Parzellen. Zuweilen verſteht man darunter auch einzelne, durch willkürliche oder natürliche Grenzen getrennte Teile eines größeren Gutes. Ueber die Entſtehung, die Vorteile und Nachteile der Parzellierung ſ. Feldbereinigung. *Lubberger.*

Pascalſches Theorem. Die drei Durchſchnittspunkte der Gegenſeitenpaare eines in einen Kegelſchnitt eingeſchriebenen Sechsecks liegen in einer geraden Linie.

Literatur: [1] Dziobek, Neue Beiträge zur Theorie des Pascalſchen Sechsecks, Berlin 1882. — [2] Graefe, Der Pascalſche Satz, Bern 1879. — [3] Klug, Die Konfiguration des Pascalſchen Sechsecks im allgemeinen und in vier ſpeziellen Fällen, Klauſenburg 1898. *Wölffing.*

Paß, allgemein im Bergbau ſ. v. w. Strecke (ſ. d.) von kleinem Querſchnitt, z. B. Schleppaß, Wetterpaß. Beim alpinen Salzbergbau ſ. v. w. Schicht; Präpaß ſind die zur Frühſchicht, Zaglpaß die zur Mittagsſchicht anfahrenden Bergleute. *Treptow.*

Paß, weſentlicher Teil eines gotiſchen Maßwerks (ſ. d.), beſteht aus einem mit Kreisſegmenten und Naſen (ſ. d.) ausgefüllten Kreis, Quadrat oder einer ſonſtigen Form. Je nach der Anzahl der Naſen entſteht der Dreipaß (Fig. 1 u. 2), Vierpaß (Fig. 3), Fünf- oder Sechspaß u. ſ. w. In ſpäterer Zeit tritt an die Stelle der ſtrengen Form des Paſſes die geſtreckte Fiſchblaſe (ſ. d., Bd. 4, S. 43), (franzöſiſch Flamboyant). *Weinbrenner.*

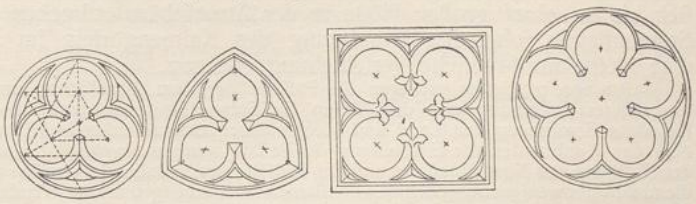


Fig. 1 und 2. Dreipaß. Fig. 3. Vierpaß. Fig. 4. Fünfpaß.

Paſſage, 1. öffentlicher Durchgang durch ein Grundſtück oder Gebäude; beſonders verſteht man darunter 2. einen zwiſchen Gebäuden angelegten breiten Gang, welcher in belebten Stadtteilen volkreicher Städte eine Verbindung zwiſchen zwei Hauptſtraßen herſtellt, bei welcher der Wagenverkehr ausgeſchloſſen iſt; zu beiden Seiten befinden ſich Verkaufs- oder Erfriſchungslokale, und ein Glasdach ſchützt gegen Regen u. ſ. w.



Schon in früher Zeit im Orient gebräuchlich, kamen die Paſſagen im Mittelalter in Italien, Spanien und Deutſchland auf; in der Neuzeit in Paris wieder zuerſt aufgebracht, finden ſolche Anlagen in allen großen Handelsſtädten Anwendung; die ſchönſte Paſſage iſt die Galeria Vittorio Emanuele in Mailand (ſ. die Figur).

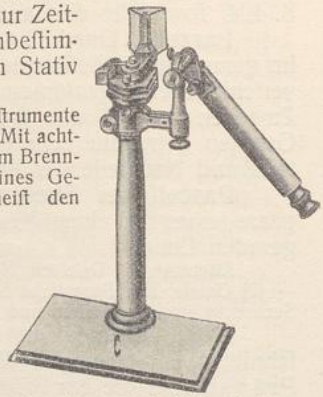
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884, S. 1085 ff. — [2] Klaſen, L., Grundrißvorbilder von Gebäuden aller Art, Leipzig 1884. — [3] Handb. der Architektur, 4. Teil, 2. Halbbd., Heft 2, Geſchäfts- und Kaufhäuſer u. ſ. w., Stuttgart 1902, S. 128 ff. *Weinbrenner.*

Paſſagen, ſ. Baumwollſpinnerei, Kammgarnſpinnerei.

Paſſageninſtrumente, ſ. Durchgangsinſtrumente.

Paſſagenprisma, einfaches, kleines Inſtrument zur Zeitbeſtimmung, in andrer Anordnung auch zur Polhöhenbeſtimmung brauchbar, am Fenſterrahmen oder auf kleinem Stativ zu befeſtigen.



Dem Dipleidoſkop vergleichbar (Bd. 2, S. 777); ſolche Inſtrumente ſind von Dent, Steinheil, Plößl u. a. konſtruiert worden. Mit achtmal vergrößerndem Fernröhrchen von 7 mm Oeffnung und 54 mm Brennweite Preis etwa 20—30 ℳ. — Der Moment des Durchgangs eines Geſtirns (der Sonne) durch einen beſtimmten Stundenkreis (meiſt den Meridian) wird durch die als Folge mehrfacher Reflexion an den Seiten des Prismas eintretende Koinzidenz zweier Bilder desſelben Objekts, die ſich in entgegengeſetzter Richtung bewegen, bezeichnet. — Die Figur ſtellt ein ſolches Inſtrument von Plößl in Wien dar; vgl. [1]—[3].

Literatur; [1] Aſtron. Nachr., Nr. 569. — Ausführlicher in [2] Kunſt- und Gewerbeblatt für Bayern, München 1845, S. 4—13. — [3] Ambronn, L., Handbuch der aſtronomiſchen Inſtrumentenkunde, Berlin 1899, S. 964 ff.

Paſſatwinde (engliſch tradewinds, franzöſiſch alizés), die auf beiden Seiten der Kalmenzone wehenden, auf ihrer Nordſeite nordöſtlichen, auf ihrer Südſeite ſüdöſtlichen Winde, die, im ganzen Jahre aus den gleichen Richtungen wehend, ſich bis zu einer großen Höhe in der Atmoſphäre erſtrecken und mit der dem Sonnenſtande folgenden Wanderung des Kalmengürtels im Laufe des Jahres eine kleine nord-ſüdliche Verſchiebung erfahren.

Am regelmäßigſten gelangen die Paſſate über dem Atlantiſchen und dem Stillen Ozean in größerer Entfernung von den Küſten zur Entwicklung, während in deren Nähe die verſchiedene Erwärmung von Land und Meer vielfach eine ablenkende Wirkung ausübt und auch über den Kontinenten die Erſcheinung der Paſſate weniger regelmäßig und kräftig auftritt. Auf der Nordſeite des Nordoſtpaſſates und der Südſeite des Südoſtpaſſats treffen wir über den Ozeanen die mehr oder weniger ausgedehnten konſtanten Hochdruckgebiete der Wendekreiſe, die in Wechſelwirkung mit dem niedrigen Luftdrucke über dem Kalmengebiet, wo die warme feuchte Luft aufſteigt, unter gleichzeitiger Einwirkung der Erdrotation die Paſſatwinde hervorrufen. *Großmann.*

Paſſepartouts (engliſche Kartons), die aus Pappe, Holz oder Karton hergeſtellten Bildeinfaſſungen, welche den Uebergang zur eigentlichen Umrahmung bilden, oder, in Ermanglung einer ſolchen, dieſelbe erſetzen müſſen.

Genaueres über die Anfertigung derſelben in Leo, Allgemeiner Anzeiger für Buchbindereien, Stuttgart 1896. *H. Saalfeld.*

Paſſigdrehen, Paſſigdrehbank. Paſſigdrehen bezeichnet die Bearbeitung von Arbeitsſtücken durch Drehen (ſ. d.), wobei während einer Umdrehung des Arbeitsſtücks dieſes ſelbſt oder das Werkzeug in der Regel mehrfach ſich wiederholende Verſchiebungen ausführt, ſo daß die Bearbeitung nach Kurven (z. B. Wellenlinien) erfolgt.

Iſt die Kurve eine Ellipſe, ſo ſpricht man von Ovaldrehen (ſ. d.). Das in Bd. 5, S. 62 erwähnte Hinterdrehen fällt ebenfalls unter den Begriff des Paſſigdrehens.

Die Paſſig- oder Unrunddrehbänke kommen in folgenden Ausführungen vor:

A. Die zum Paſſigdrehen notwendige Verſchiebung (ſ. oben) führt das Werkzeug aus, ſo daß alſo dieſes während einer Umdrehung des Arbeitsſtücks hin und her bewegt wird. Man verwendet hierfür rotierende Schablonen (Patronen), mit deren Hilfe der Werkzeugſupport die hin und her gehende Bewegung ausführt. Die Form dieſer Schablonen läßt ſich vereinfachen, wenn die Verſchiebung ſich verſchiedenemal gleichmäßig während einer Umdrehung des Arbeitsſtücks wiederholt, indem man die einer Verſchiebung entſprechende und während einer ſolchen ſich einmal drehende Schablone der Anzahl der Wiederholungen entſprechend oft ſich drehen läßt.

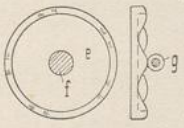


Fig. 1.

B. Die zum Paſſigdrehen notwendige Verſchiebung wird vom Arbeitsſtück ausgeführt, das ſich außerdem um ſeine Achſe dreht: a) Muß die Verſchiebung der Form des Arbeitsſtücks entſprechend in der Richtung der Achſe der Drehbankſpindel erfolgen, ſo iſt dieſe ſo zu lagern, daß ſie ſich in der Richtung ihrer Achſe verſchieben kann. Ihre Verſchiebung erfolgt (Fig. 1) mit Hilfe einer Schablone (Patrone) *e*, die, auf der verſchiebbaren Achſe *f* befeſtigt, ſich mit dieſer dreht und gegen einen feſtſtehenden Stift oder Rolle *g* mit Hilfe eines Gewichts oder einer Feder angedrückt wird. —

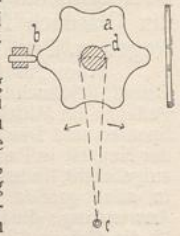


Fig. 2.

b) Muß die Verſchiebung ſenkrecht zur Drehachſe erfolgen, ſo wird bei der Verwendung von Schablonen der Spindelſtock um eine Achſe ſchwingend oder auch parallel verſchiebbar angeordnet. Die Schablone *a* (Fig. 2) ſitzt auf der Spindel *d* und wird durch Gewicht oder Feder gegen einen feſtſtehenden Stift *b* angedrückt. — Ohne Verwendung von Schablonen arbeitet die Paſſigdrehbank (Univerſaldrehbank) von Koch & Müller. Bei dieſer durchläuft die Achſe während eines Arbeitsſtücks *n*-mal einen Kreis [1].

Literatur: [1] Kick, Fr., Vorleſungen über mechan. Technologie, 2. Aufl., Leipzig und Wien 1908, S. 446—449. — [2] Karmarſch und Heerens Techn. Wörterbuch, 1877, 3. Aufl., Bd. 2, S. 699. — [3] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Braunſchweig 1906, 2. Aufl., 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte, S. 982—987. — [4] Ebend., S. 972—982. — [5] Verhandl. des Ver. zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1876, S. 310. *A. Widmaier.*

Paſſometer, ſ. Schrittzähler.

Paßſchienen, Schienen von beſtimmten kürzeren Längen als die normale Schienenlänge, z. B. 9,0 m und 7,5 m bei 12 m Normallänge.

Sie werden benutzt auf freier Strecke, um zu vermeiden, daß ein Schienenſtoß an eine nicht gewünſchte Stelle, z. B. in einen ſchienengleichen Wegübergang, auf einen offenen Durchlaß u. ſ. w., zu liegen kommt, auf Stationen vor und in Weichen, damit nicht zu kurze Schienenſtücke zur Verwendung kommen, und hinter Herzſtücken, um den winkelrechten Schienenſtoß und damit den Beginn des regelmäßigen Gleiſes zu erreichen, ohne Schienen kürzen zu müſſen. S. a. Oberbau, Bd. 6, S. 704. *Kübler.*

Paſſung (im Maſchinenbau u. ſ. w.). Zwei zuſammengehörige Teile müſſen in der Regel durch Bearbeiten zueinander paſſend gemacht werden. Der Grad der Genauigkeit der Paſſung hängt von verſchiedenen Umſtänden ab; bei Maſchinen z. B. von der Art der Maſchinen, ferner davon, ob die zuſammengehörigen Teile eine Verſchiebung gegeneinander geſtatten müſſen oder nicht, ob zwiſchen beiden ein Spielraum für Schmiermaterial vorhanden ſein muß.

Man unterſcheidet in dieſer Hinſicht beim Zuſammenſetzen von Maſchinen u. ſ. w. folgende Hauptklaſſen von Paſſungen [1]:

1. den Lauffitz (laufend und leichtlaufend) für Teile, welche unter Verwendung von Schmiermaterial ſich leicht aufeinander ſchieben oder drehen;

2. den feſten Sitz: a) den Schiebeſitz für Teile, welche ſich gerade mit der Hand oder höchſtens mit Hilfe eines Stücks Hartholz zuſammenſtecken laſſen; b) den Keilſitz für Teile, die ſich durch gewöhnliche Werkſtattmittel (Zinn- oder Handhammer, Stauchklotz und Handdornpreſſe) vereinigen und trennen laſſen;

3. den Gewaltſitz: a) Den Preßſitz für Teile, die zur endgültigen Vereinigung unter Aufwendung großer Gewalt (z. B. durch Schrauben- oder hydrauliſche Preſſe) zuſammengepreßt werden und nicht wieder getrennt werden ſollen; b) den Schrumpfſitz für Teile, die, zu ähnlichem Zweck wie beim Preßſitz, lediglich durch den Einfluß der Wärmewirkungen feſt miteinander verbunden werden.

Um ſich beim Zuſammenſetzen von Maſchinen u. ſ. w. von dem Urteil und dem Gefühl der Arbeiter ſowie von ſonſtigen Faktoren unabhängig zu machen, hat man in vielen Maſchinenfabriken u. ſ. w. aus der Erfahrung heraus beſtimmte Beträge für die Lockerheit oder Straffheit feſtgeſetzt. Unerläßlich iſt die Feſtſetzung ſolcher Beträge bei der Herſtellung von austauſchbaren Teilen, wobei infolge der Forderung, daß jedes beliebige Stück an die Stelle des andern paſſen muß, und der Unmöglichkeit, zwei Arbeitsſtücke in ihren Abmeſſungen genau gleich zu machen, dieſe Beträge innerhalb gewiſſer Grenzen gehalten werden müſſen, was zur Ausbildung und Benutzung von Grenzlehren (ſ. Meßwerkzeuge) für die Anfertigung austauſchbarer Arbeitsſtücke Anlaß gegeben hat.

Literatur: [1] Schleſinger, G., Die Paſſungen im Maſchinenbau (Diſſertation), Berlin 1904. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, 19. Sept. und 3. Okt. — [3] Moderne Meßwerkzeuge, Broſchüre der A.-G. Ludwig Löwe & Co., Berlin, 2. Aufl. *A. Widmaier.*

Paßverfahren (im Maſchinenbau u. ſ. w.), ſ. Paſſung.

Paſtellfarben, Paſtellſtifte zur Ausführung der als Paſtellmalerei bekannten Trockenmalerei, farbige Bleiſtifte von beſonders weicher, leicht Farbe abgebender Beſchaffenheit, aus einem weichen, auf das feinſte gemahlenen Mineral von geringer Härte (Gips, Speckſtein, Ton) mit den erforderlichen Farbkörpern und einer gewiſſen Menge Bindemittel gemengt. gerade ausreichend, um die pulverigen Körper zuſammenzuhalten. *Andés.*

Paſtellſtiftdruck, ſynchrones Farbendruckverfahren (vgl. Farbendruck) nach der Art des Blockdrucks (ſ. d.); von Senefelder Oelgemäldedruck genannt. *A. W. Unger.*

Paſten, plaſtiſche Maſſen (ſ. d.), auch Gipsabdrücke, Edelſteinnachahmungen aus Glas, Glasſtiften zur Moſaikmalerei; ſ. Moſaik.

Paſtenmalerei iſt die Ausführung meiſt reliefartiger Verzierungen auf beſſeren Tonwaren aus Steingut, Steinzeug, Porzellan.

Dieſe Kunſt kann ſowohl auf dem lufttrockenen als auch auf dem geſchühten Scherben zur Anwendung kommen. Zur Ausführung bedient man ſich der ſogenannten Tonpaſte, die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aus der Glaſur- und Scherbenmaſſe zuſammengemiſcht wird. Dieſe kann ſowohl weiß als auch farbig ſein. Zum Auftragen benutzt man entweder einen Pinſel oder ein zu einer Spitze ausgezogenes Glasröhrchen. *Dümmler.*

Paſtofirnis, kautſchukartige Subſtanz aus dem Hochlande von Makao (aus der Nähe von Quito), dem öſtlichen Abhange der Anden.

Sie iſt angeblich vegetabiliſchen Urſprungs; durch Digerieren mit Alkohol wird ſie von ein wenig grünem Harz befreit; ſie iſt dann farblos und beſitzt viele Eigenſchaften des Kautſchuks, iſt zäh, läßt ſich in dünne Häute ausdehnen, welche als Firnis für hölzerne Gefäße angewendet werden. Getrocknet und auf 130° C. erhitzt, ſchmilzt die Subſtanz, iſt nach dem Erkalten zäh, braun, in allen Verhältniſſen in Alkohol, Aether, Terpentinöl löslich. *Andés.*

Patentblau, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 632.

Patente (Erfindungspatente) ſind vom Staat auf Antrag gewährte Sonderrechte auf zeitweiligen Schutz gewerblicher Erfindungen, mit der Maßgabe, daß die Erfindungen der Allgemeinheit preisgegeben werden, damit der Fortſchritt der Induſtrie und der Technik gefördert wird.

Patente werden jetzt faſt von allen Kulturſtaaten erteilt; ausgenommen iſt von größeren Staaten Europas nur noch Holland, das den vor geraumer Zeit in Ausſicht geſtellten Patentſchutz immer noch nicht gewährt hat.

Die Anforderungen hinſichtlich der Patentfähigkeit einer Erfindung oder Neuerung, die Vorgänge bei Erteilung eines Patents, ſeine Schutzdauer und die dem Patentinhaber für die Aufrechterhaltung des Schutzes bis zur Höchſtdauer obliegenden Pflichten ſind in den einzelnen Ländern verſchieden. Nach dem Vorbild von Deutſchland beruht die Erteilung der Patente auf einer Vorprüfung des Patentamts und auf einem Aufgebotsverfahren, das den beteiligten Kreiſen Gelegenheit gibt, ihre Einſprüche gegen die Erteilung des Patents geltend zu machen. Dieſes Syſtem beſitzen außer Deutſchland z. B. Oeſterreich, Dänemark, Norwegen, Schweden, Japan, und auch England hat ſich unlängſt angeſchloſſen, wenn auch mit gewiſſen Einſchränkungen, während dort bisher nur das Aufgebotsverfahren beſtand. Ungarn hat ein reines Aufgebotsverfahren, keine Vorprüfung, die Vereinigten Staaten von Nordamerika und Rußland hingegen kennen nur die Vorprüfung, kein Aufgebot. Die Mehrzahl der Länder, darunter Frankreich, Belgien, Italien, die Schweiz, Spanien, befolgen das reine Anmeldeſyſtem, d. h. die Patente werden ohne weiteres erteilt, ſobald die formellen Anforderungen der betreffenden Geſetze erfüllt ſind. In den meiſten Ländern bedarf der Ausländer zur Nachſuchung und zur Vertretung des Patents eines im Inlande anſäſſigen Vertreters. Dem Aufgebot der Patentanmeldungen dienen amtliche Bekanntmachungen, die ſeitens der Beteiligten oder ihrer Vertreter zu verfolgen ſind, damit gegebenenfalls Einſprüche erhoben werden können, wofür regelmäßig eine Friſt, etwa von 2 Monaten, geſetzt iſt. Solche Bekanntmachungen erläßt das deutſche Patentamt im Reichsanzeiger zweimal wöchentlich und in dem einmal wöchentlich erſcheinenden Patentblatt, das öſterreichiſche Patentamt zweimal monatlich im öſterreichiſchen Patentblatt, das engliſche Patentamt wöchentlich im „Illustrated Official Journal (Patents)". Aehnlich iſt es in Ungarn, wo die Vereinigung der ungariſchen vereideten Patentanwälte zweimal monatlich die Auslegungen in deutſcher Sprache erſcheinen läßt. Die Bekanntmachung beſchränkt ſich auf das Aktenzeichen, Gegenſtand der Erfindung und Namen des Anmelders; in Oeſterreich iſt eine Kennzeichnung des beanſpruchten Weſens der Erfindung zugefügt.

Durch das Patent, über das eine Patenturkunde ausgeſtellt wird, erhält der Inhaber während der Geltungsdauer des Schutzes das ausſchließliche Recht zur gewerbsmäßigen Benutzung der geſchützten Erfindung, nämlich zum Herſtellen und Inverkehrbringen des patentierten Erzeugniſſes, zum Bau und Betrieb der patentierten Maſchine oder Einrichtung, zur Anwendung des patentierten Verfahrens chemiſcher oder mechaniſcher Art. Es wird ſo durch die zeitweilige Beſchränkung des Wettbewerbs dem Patentinhaber die Gelegenheit gegeben, aus der Verwertung ſeiner Erfindung einen größeren Nutzen zu ziehen, um ihn für die durch ſeine Erfindung erzielte Förderung der Induſtrie zu belohnen. Das Patentrecht iſt ein veräußerliches und vererbliches Vermögensrecht; die Uebertragung kann durch Verkauf oder durch Einräumung ausſchließlicher Nutzungsrechte (Lizenz) ganz oder teilweiſe erfolgen. Vgl. a. Patentgeſetz. *Hans Heimann.*

Patentgeſetz. Der Patentſchutz gründet ſich in Deutſchland auf das Patentgeſetz vom 7. April 1891, das am 1. Oktober 1891 in Kraft getreten iſt; er bildet zuſammen mit dem Schutz von Gebrauchsmuſtern (1. Juni 1891), dem Urheberrecht an Muſtern und Modellen (11. Januar 1876) und dem Schutze der Warenbezeichnungen (12. Mai 1894) die Geſamtheit der eigentlichen gewerblichen Urheberrechte.

Die Grenze zwiſchen den einander am nächſten ſtehenden Patenten und Gebrauchsmuſtern iſt nicht ſtreng gezogen. Sie wird dadurch gebildet, daß der für ſogenannte kleine Erfindungen beſtimmte Gebrauchsmuſterſchutz bei gewiſſen Neuerungen ausgeſchloſſen iſt, ſo für Errungenſchaften der chemiſchen Technik und für Erfindungen, die als Verfahren zu kennzeichnen ſind.

Gemäß § 1 Abſ. 1 des Patentgeſetzes werden Patente erteilt für **neue Erfindungen, welche eine gewerbliche Verwertung geſtatten.** Ausgenommen von dem Patentſchutz ſind 1. Erfindungen, deren Verwertung den Geſetzen oder guten Sitten zuwiderlaufen würde; 2. Erfindungen von Nahrungs-, Genuß- und Arzneimitteln ſowie von chemiſchen Stoffen; jedoch laſſen ſich beſtimmte Verfahren zur Herſtellung dieſer Gegenſtände oder Stoffe durch Patente ſchützen. Die Bedingung der gewerblichen Verwertbarkeit faßt das Patentamt dahin auf, daß die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Erfindung innerhalb einer auf die Gewinnung, Verarbeitung oder Bearbeitung von Rohſtoffen gerichteten Tätigkeit benutzbar ſein, daß ſie ſich durch die Verwertung techniſcher, den Kräften der Natur entnommener Mittel darſtellen laſſen muß. Daher ſind neue Schriftſyſteme, Verſicherungsarten u. dergl. nicht patentfähig. Die Anforderungen hinſichtlich der Neuheit einer Erfindung ſind dann nicht erfüllt, wenn eine Vorwegnahme in öffentlichen Druckſchriften der letzten 100 Jahre oder durch offenkundige Benutzung im Inlande nachweisbar iſt, derart, daß danach die Benutzung durch andre Sachverſtändige möglich erſcheint.

Für die **Priorität** iſt im allgemeinen der Tag der Anmeldung beim Patentamte maßgebend. Es kommen jedoch hierbei auch Staatsverträge mit andern Ländern in Betracht. In den zuſammen mit Deutſchland der Internationalen Union zum Schutze des gewerblichen Eigentums angehörigen Staaten: Belgien, Braſilien, Cuba, Curaçao, Dänemark, Dominikaniſche Republik, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Neuſeeland, Niederlande, Niederländiſch-Indien, Norwegen, Portugal, Queensland, Schweden, Schweiz, Serbien, Spanien, Surinam, Tunis, Vereinigte Staaten von Nordamerika, läßt ſich von Angehörigen dieſer Staaten die Priorität der erſten Anmeldung in einem der zugehörigen Staaten in Anſpruch nehmen, wenn innerhalb 12 Monaten die Anmeldung in Deutſchland bewirkt wird. Bei Patenten, die zuerſt in Oeſterreich oder in Ungarn angemeldet wurden, genießen nach einem Uebereinkommen zwiſchen Deutſchland und dieſen Ländern Angehörige der Vertragsſtaaten ein Prioritätsrecht, vorausgeſetzt, daß binnen 3 Monaten nach Zuſtellung des öſterreichiſchen oder ungariſchen Erteilungsbeſchluſſes die Anmeldung in Deutſchland bewirkt wird. Bei widerrechtlicher Entnahme einer Erfindung kann der im Einſpruch obſiegende Verletzte ſeinerſeits anmelden und als Prioritätsdatum den Tag vor Bekanntmachung der widerrechtlichen Anmeldung beanſpruchen.

Anſpruch auf ein Patent hat derjenige Anmelder (Perſon, Firma oder Geſellſchaft), dem die früheſte Priorität zukommt. Ein Zuſatzpatent (ſ. unten) wird nur dem Inhaber des Hauptpatents erteilt.

Die **Wirkung des Patents** beſteht in der ausſchließlichen Befugnis des Patentinhabers, den Gegenſtand der Erfindung gewerbsmäßig herzuſtellen, in Verkehr zu bringen, feilzuhalten oder zu gebrauchen. Die Wirkung des Patentes tritt gegenüber demjenigen nicht ein, welcher zur Zeit der Anmeldung die Erfindung im Inlande bereits in Benutzung genommen oder die zur Benutzung erforderlichen Veranſtaltungen getroffen hatte. Dieſes ſogenannte Vorbenutzungsrecht erſtreckt ſich aber nur auf die Bedürfniſſe des eignen Betriebes, wenn auch die Benutzung in fremden Werkſtätten geſchehen kann. Das Vorbenutzungsrecht iſt nur mit dem Betriebe übertragbar.

Der Wirkung des Patents begibt ſich der Patentinhaber freiwillig gegenüber dem **Lizenznehmer.** Unter der Abgabe einer Lizenz verſteht man die Einräumung von Nutzungsrechten nach Art des Pachtverhältniſſes dergeſtalt, daß der Patentinhaber gegen Zahlung einer einmaligen Entſchädigung oder gegen wiederholte Leiſtungen, etwa nach dem Umſatz der patentierten Gegenſtände oder dergl., für ein beſtimmtes Gebiet und für beſtimmte Zeit oder ohne dieſe Beſchränkungen auf ſein Ausſchließungsrecht gegenüber dem Lizenznehmer verzichtet. Der Lizenzgeber bleibt aber Patentberechtigter; er allein hat im allgemeinen das Klagerecht. Eine ausſchließliche Lizenz beſteht dann, wenn der Patentinhaber das Ausübungsrecht einem einzigen Dritten ausſchließlich erteilt. Auch hier bleibt der Lizenzgeber Inhaber des Patents. Die ausſchließliche Lizenz kann wie die gewöhnliche Lizenz zeitlich oder örtlich beſchränkt ſein. Der Inhaber einer ausſchließlichen Lizenz mag ſeinerſeits weiter Lizenzen vergeben, gegen Patentverletzung klagen, Strafantrag ſtellen u. ſ. w. Ein Recht zum Rückfordern der gezahlten Entſchädigungen hat der Lizenznehmer im allgemeinen auch dann nicht, wenn das Patent während der Lizenzdauer für nichtig erklärt wird, da der Schutz für die Zeit vor der Nichtigkeitserklärung wirkſam geweſen iſt. In dem Falle, wo ein Betrag für die ganze Lizenzdauer erlegt worden iſt, ſteht bei Nichtigkeitserklärung dem Lizenznehmer ein Anſpruch auf Rückerſtattung desjenigen Betrages zu, welcher als Entſchädigung für die nach der Nichtigkeitserklärung liegende Zeit in Betracht kommt.

Als **Zwangslizenz** iſt der Fall anzuſehen, daß der Patentinhaber zur Vermeidung der Zurücknahme (ſ. unten) des Patents gehalten iſt, gegen angemeſſene Vergütung die Erlaubnis zur Benutzung der Erfindung zu erteilen, wenn dies im öffentlichen Intereſſe geboten erſcheint. Aehnlich liegt hier der Fall bei Erfindungen, die auf Beſtimmung des Reichskanzlers für das Heer, die Flotte oder ſonſt im öffentlichen Intereſſe benutzt werden ſollen.

Die bloße Anmeldung des Patents gewährt die Priorität, aber kein eigentliches Recht. Der Patentſchutz tritt einſtweilen erſt mit dem Tage der Bekanntmachung der Anmeldung im Reichsanzeiger ein.

Die **Dauer des Patents** iſt 15 Jahre, beginnend mit dem auf die Anmeldung folgenden Tage. Das Patent erliſcht durch Verzicht, durch nichtrechtzeitige Zahlung der Jahresgebühren (ſ. unten), durch Nichtigkeit oder Zurücknahme (ſ. unten).

Zuſatzpatente werden den Inhabern des Hauptpatents für Verbeſſerungen daran oder weitere Ausbildung der Erfindung erteilt. Ablauf der Gültigkeit erfolgt gleichzeitig mit dem des Hauptpatents, es ſei denn, daß das Hauptpatent vernichtet wird.

Die **Anmeldung** einer Erfindung behufs Erteilung des Patents erfolgt ſchriftlich beim Kaiſerl. Patentamt zu Berlin. Vertreterzwang beſteht nur für ſolche Patentſucher, die im Inlande keinen Wohnſitz haben. Für jede Erfindung iſt eine beſondere Anmeldung nötig. Die Anmeldung muß den Antrag auf Erteilung eines Patents enthalten und in dieſem Antrage den Gegenſtand genau bezeichnen, der unter Patentſchutz geſtellt werden ſoll. In einer Anlage iſt die Erfindung ſo genau zu beſchreiben, daß danach deren Benutzung durch Sachverſtändige möglich erſcheint. Am Schluſſe der Beſchreibung iſt das anzugeben, was als patentfähig unter Schutz geſtellt werden ſoll (Patentanſpruch). Erforderlichenfalls ſind Zeichnungen, Modelle u. ſ. w. beizufügen. Gleichzeitig mit der Anmeldung ſind 20 *M.* zu zahlen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Anmeldung unterliegt der **Vorprüfung** durch ein Mitglied der Anmeldeabteilung. Stellen ſich hierbei Mängel heraus, ſo wird der Anmelder zu ihrer Abſtellung aufgefordert. Nach abgeſchloſſener Vorprüfung geht bei rechtzeitiger Erledigung etwaiger Vorbeſcheide die Anmeldung zur Prüfung an die Anmeldeabteilung, die auf Grund der Akten weitere Ermittlungen anſtellt, die Anmeldung zurückweiſt oder ſie zur Bekanntmachung annimmt. Die Bekanntmachung erfolgt im Reichsanzeiger, und gleichzeitig damit werden die Unterlagen im Patentamt auf die Dauer von 2 Monaten zur Einſicht für jedermann ausgelegt. Die Bekanntmachung und Auslegung kann auf Antrag des Anmelders auf längſtens 6 Monate ausgeſetzt werden. Während der Dauer der Auslegung kann wegen mangelnder Patentfähigkeit von jedermann, wegen widerrechtlicher Entnahme von dem Verletzten Einſpruch eingelegt werden. Der Einſpruch muß ſchriftlich beim Patentamt eingebracht und innerhalb der Einſpruchsfriſt begründet werden. Der Einſpruch unterliegt der Prüfung der Anmeldeabteilung, die darüber Beſchluß faßt. Gegen dieſen Beſchluß ſteht beiden Teilen, Patentſucher und Einſprechenden, Beſchwerde an die Beſchwerdeabteilung des Patentamts zu; dasſelbe gilt von dem Beſchluß der Anmeldeabteilung auf Zurückweiſung der Anmeldung vor der Bekanntmachung für den Patentſucher. Die Beſchwerde iſt koſtenpflichtig (20 ℳ) und muß innerhalb eines Monats nach Zuſtellung des Beſchluſſes der Anmeldeabteilung ſchriftlich beim Patentamt eingebracht werden. Die Beſchwerdeabteilung kann bei der Prüfung der Beſchwerde alle ihr notwendig erſcheinenden Schritte zur Aufklärung des Sachverhalts unternehmen und fällt dann die Entſcheidung, die endgültig iſt. Auf Antrag muß eine mündliche Verhandlung anberaumt werden, falls die Ladung des Antragſtellers nicht bereits in der erſten Inſtanz erfolgt war.

Die endgültige **Erteilung des Patents** wird im Reichsanzeiger bekanntgemacht; dann folgt die Drucklegung der Patentſchrift und die Ausfertigung der mit der Patentſchrift verſehenen Urkunde an den Patentinhaber. Die Patentrolle weiſt die erteilten Patente, deren Inhaber, Ablauf, Erlöſchen u. dergl. aus.

Mit der Bekanntmachung der Patentanmeldung tritt die Fälligkeit der erſten **Jahresgebühr** ein, die der weiteren am Jahrestage des auf den Tag der Anmeldung folgenden Tages, aber erſt nach rechtskräftiger Erteilung des Patents. Die Gebühr für das zweite Jahr beträgt 50 ℳ, die für jedes folgende 50 ℳ mehr als im Vorjahre. Für Zuſatzpatente iſt während des Beſtehens des Hauptpatents nur die erſte Jahresgebühr von 30 ℳ zu zahlen. Beſteht das Zuſatzpatent bei Vernichtung des Hauptpatents weiter, ſo gelten die für das letztere bezeichneten Jahresgebühren für das Zuſatzpatent. Die erſte Jahres- oder Erteilungsgebühr iſt bis zum letzten Tage der 2 Monate während der Bekanntmachungszeit zu entrichten; ſonſt gilt die Anmeldung als zurückgenommen. Alle weiteren Gebühren können binnen 6 Wochen nach der Fälligkeit entrichtet werden, und dann gilt eine weitere Friſt von 6 Wochen für Zahlung der Gebühr mit Zuſchlag von 10 ℳ. Der Kaſſe des Patentamts ſind die Poſtanſtalten im Gebiet des Deutſchen Reichs gleichgeſtellt. Werden die Gebühren nicht rechtzeitig oder nicht in voller Höhe (zuzüglich Beſtellgebühr bei Poſtanweiſungen) gezahlt, ſo erliſcht das Patent zuſammen mit etwa vorhandenen Zuſatzpatenten.

Für den Patentinhaber beſteht eine Pflicht zur **Ausübung der Erfindung** inſoweit, als er ſie im Inlande im angemeſſenen Umfange auszuführen oder doch alles zu tun hat, um dieſe Ausführung zu ſichern. Unterläßt er dies, ſo kann das Patent nach Ablauf dreier Jahre, von dem Tage der über die Erteilung erfolgten Bekanntmachung an gerechnet, zurückgenommen werden. Die Ausführung der Erfindung beſteht bei Verfahrenpatenten in dem Benutzen des Verfahrens, bei Maſchinen-, Einrichtungs- oder Gerätpatenten ebenſo wie bei Erzeugnispatenten in der Herſtellung, nicht etwa in der Benutzung der Maſchine, Einrichtung, des Geräts und Erzeugniſſes.

Die Zurücknahme kann auch erfolgen, wenn ſich der Patentinhaber weigert, die Erlaubnis (Lizenz) zur Benutzung der Erfindung an Dritte gegen angemeſſene Vergütung zu erteilen, obgleich dies im öffentlichen Intereſſe liegt. Auch die Zurücknahmen werden im Reichsanzeiger veröffentlicht.

Während die Erteilung von Lizenzen vom Patentamt nicht vermerkt wird, werden in beweiſender Form zur Kenntnis des Patentamts gebrachte Aenderungen in der Perſon des Patentinhabers, und zwar ſowohl völlige als auch teilweiſe Uebertragungen, in der Patentrolle aufgeführt und im Reichsanzeiger veröffentlicht. Dasſelbe gilt von Aenderungen der Vertreter ausländiſcher Patentinhaber. Für die beweiſende Form verlangt das Patentamt die notarielle oder gerichtliche Beglaubigung der Unterſchrift des berechtigten Antragſtellers, unter Beſtätigung des deutſchen Konſulats bei Ausländern.

Von allen erteilten Patenten werden gedruckte **Patentſchriften** ausgegeben, nur nicht von den im Namen der Reichsverwaltung für Zwecke des Heeres oder der Flotte nachgeſuchten ſogenannten Geheimpatenten. Die übliche Abkürzung für Deutſches Reichs-Patent iſt D.R.P. Der unbefugte Gebrauch dieſer oder einer ähnlichen Bezeichnung, auch „D R.P. a.“ oder „D.R.P.A.“ bei angemeldeten oder noch nicht erteilten Patenten, iſt als Patentanmaßung ſtrafbar. Es kann auf Geldſtrafe bis zu 1000 ℳ erkannt werden.

Bei wiſſentlicher **Patentverletzung** kann der Patentinhaber bezw. der Lizenzträger innerhalb dreier Monate vom Tage der erlangten Kenntnis an Strafantrag ſtellen. Verjährung tritt in 5 Jahren ein. Zuſtändig ſind die ordentlichen Gerichte. Es kann auf Geldſtrafe bis zu 5000 ℳ oder auf Gefängnisſtrafe bis zu einem Jahr erkannt werden. Ferner kann auf Antrag des Verletzten eine an dieſen zu zahlende Buße bis zu 10000 ℳ feſtgeſetzt werden. Unabhängig von dem Strafverfahren läßt ſich, falls nicht auf eine an den Verletzten zu zahlende Buße erkannt worden war, was nur auf Antrag geſchieht, bei wiſſentlicher oder grobfahrläſſiger Patentverletzung ein zivilrechtliches Verfahren bei den ordentlichen Gerichten auf Erſatz des nachweislichen Schadens einleiten. Solche Verletzungsklagen verjähren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hinſichtlich jeder ſie begründenden Handlung in 3 Jahren. Außerdem ſind Anerkennungs- und Feſtſtellungsklagen aus dem Patentrecht gegeben.

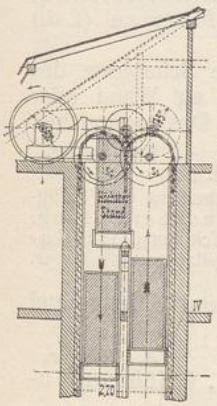
Ein beſtehendes Patent kann erlöſchen durch Patentablauf (15 Jahre nach der Anmeldung), durch Nichtzahlung der fälligen Jahrestaxen, durch Zurücknahme (ſ. oben) oder durch Erklärung der **Nichtigkeit.** Auf gänzliche oder teilweiſe Nichtigkeit eines Patents kann jedermann wegen mangelnder Patentfähigkeit binnen 5 Jahren nach der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents klagen; bei einer Nichtigkeitsklage wegen widerrechtlicher Entnahme iſt nur der Verletzte zur Klageerhebung berechtigt. Für die Nichtigkeitsklage iſt das Patentamt in erſter, das Reichsgericht in zweiter Inſtanz zuſtändig. Die vom Kläger zu entrichtende Gebühr beträgt für beide Inſtanzen 50 ℳ. Von der Klageerhebung wird dem Beklagten Mitteilung gemacht, worauf er ſich innerhalb eines Monats zu erklären hat. Widerſpricht er dem Klageantrag, ſo trifft die Nichtigkeitsabteilung des Patentamts die zur Aufklärung des Sachverhalts erforderlichen Maßnahmen, gegebenenfalls durch Vernehmung von Zeugen und Sachverſtändigen. Die Entſcheidung erfolgt nach Ladung und Anhörung der Parteien. Gegen dieſe Entſcheidung ſteht beiden Parteien innerhalb 6 Wochen nach Zuſtellung des Urteils die beim Patentamt einzulegende Berufung an das Reichsgericht zu. Das Reichsgericht fällt die endgültige Entſcheidung nach Ladung und Anhörung der Parteien. Die Verhandlungen im Nichtigkeitsverfahren ſind nicht öffentlich.

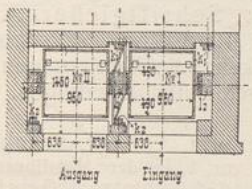
Die berufsmäßige Vertretung vor dem Patentamt üben die Patentanwälte, Geſetz vom 21. Mai 1900, aus.

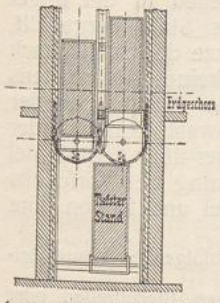
Literatur: Damme, Das deutſche Patentrecht, Berlin 1906; Kohler, Handbuch des Patentrechts, Mannheim 1900; Kommentare von Seligſohn, 2. Aufl., Berlin 1906; Robolski, 2. Aufl., Berlin 1901; Allfeld, 1904; Iſay, 1903; Ephraim, 1907. *Hans Heimann.*

Patentholz, ſ. Plaſtiſche Maſſen.

Paternoſteraufzüge, Perſonenaufzüge mit ununterbrochenem Betriebe, die ſtatt eines abwechſelnd auf und nieder gehenden Fahrkorbes eine größere Zahl von Fahrkörben beſitzen, die in ununterbrochener Reihenfolge in der einen Hälfte des Fahrſchachtes aufſteigen und in der andern abwärts gehen.







Die allgemeine Anordnung eines derartigen Aufzuges iſt aus nebenſtehender Figur zu erſehen. Der von maſſiven Wänden umſchloſſene Fahrſchacht hat in jedem Stockwerk eine unverſchloſſene Austrittsöffnung, die ſtets auf einen beſonderen Vorplatz mündet, der vom Treppen- und Korridorverkehr vollſtändig getrennt iſt. Der Fahrſchacht iſt durch die mittleren Führungen in zwei gleiche Teile geteilt, von denen Abteilung I für die aufſteigenden, Abteilung II für die abſteigenden Fahrkörbe beſtimmt iſt. Jeder Fahrkorb, deren im ganzen zwölf vorhanden ſind, beſteht aus einem in ein eiſernes Geſtell eingebauten Holzkaſten mit einer offenen Zugangsſeite von 0,96 × 0,98 m lichter Weite bei 2,50 m Höhe und führt ſich mittels eines unterhalb angebrachten eiſernen Bügels an den hölzernen Leitſchienen $l\,l_1\,l_2$. — An der Hinterwand der Schachtabteilung I ſowie an der Vorderſeite der Abteilung II iſt je eine endloſe Gliederkette $k_1\,k_1$ bezw. $k_2\,k_2$ durch den ganzen Schacht geführt, in dem ſie über die oberen und unteren Kettenſcheiben $s_1\,s_1$ bezw. $s_2\,s_2$ gelegt ſind; die oberen Scheiben werden mittels Räderüberſetzung und Riemenübertragung von einem Gasmotor (oder in ſonſt geeigneter Weiſe) angetrieben, und zwar haben alle Kettenſcheiben gleiche Umdrehungsrichtung und Geſchwindigkeit. — Jeder Fahrkorb hängt mit zwei an ſeinem oberen diagonalen Querhaupt angebrachten Zapfen in den in gleichem Sinne bewegten Trümen der Ketten k_1 und k_2, d. h. beim Aufgang in den beiden rechtsſeitigen, beim Niedergang in den beiden linksſeitigen Trümen. Beim Uebergang von der aufſteigenden in die abſteigende Bewegung bleibt der Fahrkorb in genau ſenkrechter Lage.

In dem hier vorgeführten Beiſpiel dient ein 8pferdiger Gasmotor mit 160 Umdrehungen in der Minute zum Betriebe des Aufzuges; bei einer Geſamtüberſetzung der Riemen- und Räderübertragung von 42,6 : 1 machen die Kettenſcheiben 3,75 Umdrehungen in der Minute, da jede ein Zwölfeck von 4,052 m Umfang bildet, iſt ihre Umfangsgeſchwindigkeit 15,12 m in der Minute. — Bei 17,06 m Förderhöhe hat jede Kette 144 Glieder von je 336 mm Länge; bei der angegebenen Geſchwindigkeit macht jeder Fahrkorb 18,6 ganze Rundfahrten in der Stunde. Die Fahrkörbe hängen in Abſtänden von etwa 4,0 m an den Ketten. Dieſe, aus abwechſelnd doppelt und einfachen Flacheiſen hergeſtellt, bewegen ſich in geſchloſſenen Führungen, die nur einen nach dem Innern des Schachtes gerichteten Schlitz für die Korbzapfen beſitzen.

Für den Fall, daß die niedergehenden Fahrkörbe weſentlich ſtärker belaſtet werden ſollten als die aufgehenden und demnach eine zu große Geſchwindigkeit annehmen würden, iſt ein Regulator angebracht, der gegebenenfalls auf eine Bremſe einwirkt. Dieſe tritt auch dann in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tätigkeit, wenn der Betriebsriemen reißen oder infolge zu großer Belaftung der aufftеigenden Fahrkörbe von ſeiner Scheibe abfallen ſollte.

Literatur: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 410, 445, 458, 624 und 1487. *K. Specht.*

Paternoftergebläfe (Paternoſterwerk), ſ. Gebläſe, Bd. 4, S. 327.

Paternofterwerk, ſ. Becherwerk, Elevator.

Patina, die Oxydſchicht auf Bronzedenkmälern im Freien, aus Karbonaten und Hydrooxyden des in der Bronze enthaltenen Kupfers, unter Einfluß der atmoſphäriſchen Luft gebildet, beſtehend, von ſchön grüner Färbung; hauptſächlich auf Denkmälern der älteren Zeit, während unſre neuen Bronzen in der rauchgeſchwängerten Atmoſphäre unſrer Städte ſich meiſt mit einer grau- oder braunſchwarzen Haut überziehen.

Den Anforderungen einer guten Patina entſprechen durchaus nicht alle Bronzen, und die Mehrzahl der Statuen iſt mit einer dunkeln, rauhen und ſtumpfen Oxydhaut bedeckt, von ſo dunkelm Anſehen, daß man Eiſen, aber nicht Bronze vor ſich zu haben glaubt. Von weſentlichem Einfluß auf die Patinabildung iſt die Zuſammenſetzung der Legierung. Reine Zinnbronzen und ſolche, die Zink in verhältnismäßig geringer Menge enthalten, alſo alle weſentlich aus Kupfer und Zinn beſtehenden Bronzen, bieten die meiſte Ausſicht auf Bildung einer ſchönen, glatten und transparenten Patina. Bei zinkreichen Bronzen dagegen entſtehen die dunkeln, ſtumpfen Oxydſchichten, die das Grundmetall decken und einen baldigen Vergang der Konturen zur Folge haben. Selten und nur unter ganz beſonders günſtigen lokalen Verhältniſſen bildet ſich auf zinkreichen Bronzen eine ſchöne Patina. Im allgemeinen wird für die in großen Städten aufzuſtellenden Denkmäler ſtets eine Kupfer-Zinn-Legierung, eventuell mit geringem Zinkzuſatz, am zweckmäßigſten ſein. Arſenhaltiges Kupfer hat die Eigenſchaft, ſich beim Liegen an der Luft nach einiger Zeit zu ſchwärzen, und dieſes unreine Kupfer überträgt dieſe Eigenſchaft auch auf die damit hergeſtellten Legierungen, weshalb für Statuen nur Kupfer- und Zinnſorten anzuwenden ſind, welche auf die Abweſenheit von Arſen ſorgfältig geprüft wurden. *Andés.*

Patrize, Bezeichnung für a) Lochſtempel (ſ. Lochen, Bd. 6, S. 178); b) Prägſtempel mit erhabener Arbeitsfläche (ſ. Münze, Münzenherſtellung, Bd. 6, S. 534, und Prägen); c) das zur Herſtellung einer Matrize (ſ. d.) dienende Original (ſ. Galvanotechnik, Schriftgießerei).

Patrone, die aus ſtarkem Papier oder Blech gefertigte Schablone des Flachmalers, welche dazu dient, wiederkehrende Verzierungen auf Wand oder Decke durch Ueberfahren mit dem farbigen Pinſel aufzutragen. Das Aufſtreichen nennt man Patronieren. *Weinbrenner.*

Patrone, Bezeichnung für a) Muſterform, Vorlage, Schablone.

In dieſer Bedeutung kommen Patronen vor 1. in der Metallbearbeitung bei Paſſigdrehbänken (ſ. Paſſigdrehen), Gewindedreh- und -drückbänken (ſ. Gewindeherſtellung, Bd. 4, S. 488, und Gewindeleitpatrone, Bd. 4, S. 491), Guillochiermaſchinen (ſ. Guillochieren, Bd. 4, S. 672); 2. in der Muſterweberei (ſ. Weberei); in der Spitzentechnik ſ. v. w. Muſterbrief (ſ. Spitzen).

b) Munition (ſ. d. und Gewehr, Jagdgewehre) und Sprengmittel (ſ. Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 220).

c) Aufſpannvorrichtung (Futter) an Drehbänken. *A. Widmaier.*

Patronendrehbank, -ſpindel, -ſpindelkaſten, -ſupport, ſ. Schraubenherſtellung.

Patronenhülſenherſtellung. Die Patronenhülſen beſtehen in der Regel aus Meſſing; für Geſchütze werden ſie bisweilen auch aus Stahl hergeſtellt, was den Vorteil hat, daß ſie infolge der hohen Elaſtizitätsgrenze des Stahls nach dem Schuß ihre urſprüngliche Form wieder annehmen und keines Aufarbeitens bedürfen. — Die einzelnen Teile einer Patronenhülſe ſind der Mantel und der Boden. Der Mantel iſt entweder auf ſeiner ganzen Länge ſchwach koniſch oder am vorderen Ende ſtark eingezogen. Der Boden tritt entweder über den Mantel hervor, ſo daß ein Rand für den Auszieher und zur Begrenzung des Vorſchubs der Patrone beim Laden entſteht, oder es iſt zwiſchen Mantel und Boden eine (Auszieher-)Nut vorhanden.

Bei der Herſtellung der Patronenhülſen [1]—[3] kann man die nachfolgenden Hauptfabrikationsſtadien unterſcheiden:

a) Herſtellen eines Napfes. Als Ausgangsmaterial dienen Blechſtreifen oder Blöcke. — Bei Verwendung von Blech wird eine Scheibe (Rondelle) (Fig. 1) ausgeſchnitten, wofür Kurbelpreſſen oder für größere Hülſen hydrauliſche Preſſen [1] dienen. Die Umwandlung der Scheibe in Napfform (Fig. 2) geſchieht in einer Preſſe mit Hilfe von Stempel und Matrize. Für kleinere Hülſen wird das Ausſchneiden der Rondellen und die Napfbildung auch als eine Operation in einer Doppelſtempelpreſſe ausgeführt, deren weſentliche Teile aus Fig. 14 erſichtlich ſind. Von der Kurbelwelle *e* wird zuerſt durch Exzenter *g* und Lenkſtange *f* der Schlitten *d* mit Stempel *b* niederbewegt, der aus dem Blechſtreifen die Rondelle ausſchneidet, worauf durch

Exzenter *i* und Lenkſtange *h* der Schlitten *k* mit dem koniſchen Stempel *c* abwärts bewegt wird, ſo daß durch Ziehen in der Matrize *a* die Rondelle in den Napf (Fig. 2) verwandelt wird, der nach unten fällt. — Bei Verwendung von Blöcken wird in den auf etwa 300—400° angewärmten Block ſchmiedbaren Meſſings, der ſich in einer Matrize befindet, ein Stempel eingepreßt und dadurch die Napfbildung und das Anpreſſen des Lagers (ſ. unten) vorgenommen. Mit dieſem Verfahren, welches auch für Gewehrpatronenhülſen brauchbar iſt, erſpart man einige der ſonſt notwendigen Operationen. Die Rheiniſche Metallwaren- und Maſchinenfabrik Düſſeldorf benutzt zur Napfbildung das Ehrhardtſche Preßverfahren (ſ. Rohrherſtellung) (Fig. 15 Block, Fig. 16 Napf).

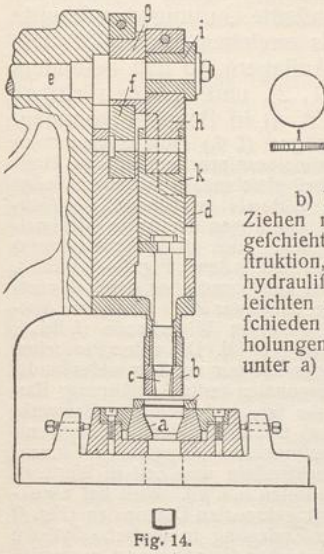


Fig. 14.

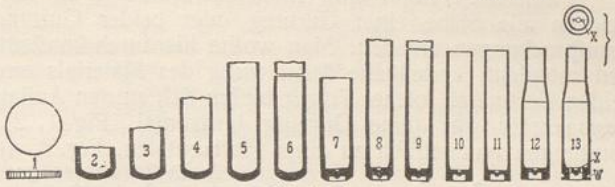


Fig. 1—13.

b) Das nun folgende Ausſtrecken des Napfmantels durch Ziehen mit Hilfe von Ziehſtempel *l* und Matrize *m* (Fig. 22 und 23) geſchieht in Ziehpreſſen (ſ. Ziehen) liegender und ſtehender Konſtruktion, wobei für kleinere Hülſen Kurbel-, für größere Spindel- und hydrauliſche Preſſen in Anwendung kommen. Der Stempel *l* iſt zwecks leichten Abſtreifens der Hülſe koniſch. Das Verfahren muß mit verſchieden dicken Stempeln wiederholt werden; die Anzahl der Wiederholungen hängt von der Größe der Hülſen und von der durch die unter a) erwähnten Verfahren erhaltenen Napfform ab. In Fig. 1—13 ſtellen Fig. 3—5 die durch dieſe Operationen erhaltenen Hülſenformen dar. Sind durch das Ziehen die Ränder riſſig geworden, ſo muß der Rand abgedreht (abgeſtochen) werden (vgl. Fig. 6).

c) Das ſich anſchließende Anpreſſen des Lagers (ſ. unter a) erfolgt zwiſchen den in Fig. 24 dargeſtellten Stempeln *o* und *n* in Kurbel- oder hydrauliſchen Preſſen, wodurch die Hülſe die Form Fig. 7 erhält.


Fig. 15—21. Hauptfabrikationsſtadien einer nach dem Ehrhardtſchen Preßverfahren hergeſtellten Patronenhülſe.

d) Das nun folgende weitere Ausſtrecken des Hülſenmantels, entſprechend dem unter b) angegebenen Verfahren, ergibt die Form Fig. 8. Das Verfahren muß je nach der Größe der Hülſe mehrmals wiederholt werden. In Fig. 9 iſt das Abdrehen des beim Ziehen ſchlecht gewordenen Randes angedeutet.

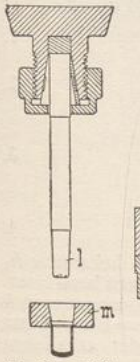


Fig. 22 und 23.

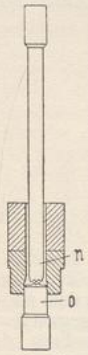


Fig. 24.

e) Die Ausbildung des Bodens und des Lagers durch Preſſen zwiſchen zwei Stempeln und einer Matrize, entſprechend Fig 24, ergibt die Formen Fig. 10 und 11. Das Verfahren muß je nach der Größe der Hülſe mehrmals wiederholt werden, vgl. [1].

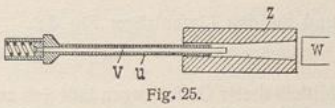


Fig. 25.

f) Die koniſche Geſtaltung der Hülſe oder das Einziehen des vorderen Randes nach Fig. 12 erfolgt durch Einpreſſen der Hülſe in eine ſchwach koniſche bezw. mit einer Verengung verſehene Matrize *z* nach Fig. 25. Zum Einpreſſen der Hülſe dient der Stempel *w*, zum Ausſtoßen die Röhre *u* bezw. der Auswerfer *v*. Vgl. a. [1].

g) Die letzte Operation iſt das Einbohren der Zündlöcher (Fig. 13) auf einer zweiſpindeligen Bohrmaſchine, dem bei Hülſen mit eingedrehter Auszieherhnut die Herſtellung der Nut vorangeht. — Durch das Ziehen und Preſſen wird das Material hart, und es müſſen deshalb die Hülſen zwiſchen den einzelnen Operationen ausgeglüht werden [1], [2].

Literatur: [1] Engineering 1905, S. 548 und 569 (The manufacture of cartridge-cases for quick-firing guns); Der praktiſche Maſchinenkonſtrukteur 1905, S. 12, 21, 28. — [2] American Machinist 1905, S. 868; 1906, S. 76 (Operations in cartridge-case manufacture). — [3] Woodworth, J. V., Punches, Dies and Tools for Manufacturing in Preſſes, London 1907. — [4] Diegel, Röhrenfabrikation, Berlin 1901, S. 26 und 27. — [5] D.R.-Patentſchriften Klaſſe 7 c, Unterabteilung 28.

A. Widmaier.

Patſche, 1. Brandmauer einer Salzpfanne; 2. hölzerner Schlägel oder Pritſche zum Stampfen und Schlagen des Lehmeſtrichs; 3. Werkzeug, um an

fehlerhaften Stellen des Strohdaches einzelne Dachschauben ergänzend einzuschieben. — Feuerpatsche, s. Feuerschutz, Bd. 3, S. 787. *Weinbrenner.*

Patschhammer, s. v. w. Brusthammer, s. Hammer.

Patschokieren, in Oesterreich das Ueberstreichen rauchgeschwärzten Putzes mit einem dünnen Mörtel aus fettem Lehm, feinem Sand und Holzasche.

Patschuli, ätherisches Oel aus den Blättern von Pogostemon Patchouly *Pell.*

Paulische Träger sind Balkenfachwerke (s. d.) mit einer Oeffnung, bei welchen alle Stäbe einer Gurtung oder beider Gurtungen gleiche Maximalbeanspruchungen erleiden. Man wollte hierdurch konstante Gurtungsquerschnitte und möglichst vorteilhafte Ausnutzung des Materials erreichen [6], S. 83. Die beiden Gurtungen solcher Träger treffen sich an den Auflagern, so daß besonders Segmentträger (eine Gurtung horizontal, Fig. 1, 2) und Linsenträger (Gurtungen symmetrisch zu einer Horizontalen, Fig. 3, 4) in Betracht kommen.

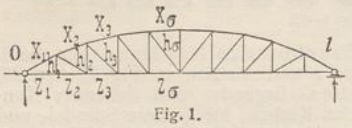


Fig. 1.

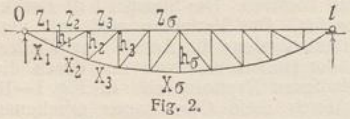


Fig. 2.

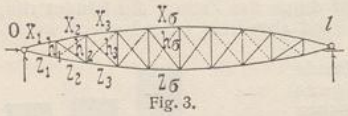


Fig. 3.

Auch Parabelträger (s. d.) von Segmentform können konstante Maximalbeanspruchungen des Horizontalgurts erlangen (bei gleichmäßig verteilten festen und bewegten Lasten). v. Pauli in München beabsichtigte jedoch, beiden Gurtungen konstante Maximalbeanspruchungen zu geben. Dies ist bei einteiligem Fachwerk (Fachwerk einfachen Systems, Fig. 1—3, s. Bd. 3, S. 534, 543) nicht genau, annähernd aber durch Linsenträger zu erreichen, wie schon vor Pauli nach dem Vorbild der Körper von gleichem Widerstande (s. Bd. 5, S. 540) erkannt worden war [1]—[3]. Die ersten Paulischen Träger waren Linsenträger mit nur auf Zug widerstandsfähig vorausgesetzten Diagonalen (erste Ausführung: Isarbrücke bei Großhesselohe [6], bedeutendstes Bauwerk: alte Mainzer Rheinbrücke), während später auch Segmentträger mit konstant beanspruchtem Polygonalgurt hinzukamen (Brücken bei Rechtenstein und Zell in Württemberg, Warthebrücke bei Posen u. s. w.). Wird bei zweiteiligem Linsenträger mit gekreuzten Diagonalen (Fig. 4) die Berechnung für gleichmäßig verteilte Lasten auf Grund der Zerlegung in einfache Systeme durchgeführt (vgl. Bd. 3, S. 543), so ergeben sich für alle Stäbe beider Gurtungen numerisch gleiche Maximalbeanspruchungen.

Es handle sich um die Formberechnung eines Paulischen Trägers einfachen Systems von der Spannweite l, Felderzahl n, Feldlänge λ und in der Mitte gewünschten Trägerhöhe h. Werden hierbei das Eigengewicht und die Verkehrslast als gleichmäßig verteilt auf die ergriffenen Strecken angenommen, so setze man bei gerader Felderzahl $n = 2\sigma$ und ungerader Felderzahl $n = 2\sigma + 1$:

$$c = \frac{n^2}{4h}\lambda \text{ bezw. } c = \frac{n^2 - 1}{4h} \qquad 1.$$

sowie allgemein:

$$\alpha_m = \frac{c}{m(n-m)}, \qquad 2.$$

dann hat man für den Segmentträger Fig. 1, 2:

$$h_m = \frac{-h_{m-1} + \sqrt{\alpha^2_m(\lambda^2 + h^2_{m-1}) - \lambda^2}}{\alpha^2_m - 1} \qquad 3.$$

und für den Linsenträger Fig. 3:

$$h_m = \frac{-h_{m-1} + 2\sqrt{\alpha^2_m(4\lambda^2 + h^2_{m-1}) - \lambda^2}}{4\alpha^2_m - 1}. \qquad 4.$$

Mittels dieser Gleichungen läßt sich zunächst h_1 aus $h_0 = 0$, sodann h_2 aus dem nun bekannten h_1 und überhaupt vom Auflager 0 nach der Mitte hin eine Vertikalenlänge aus der andern berechnen. Die Vertikalenlänge h_σ, die sich für die Mitte ergibt, weicht nur wenig von dem angenommenen h ab (in den Beispielen [12], B. 62 und 65 $h_\sigma = 6{,}005$ m und $h_\sigma = 6{,}002$ m gegen $h = 6$ m). Wenn jedoch ohnehin zweimal gerechnet wird, so kann man unter Verwendung der erhaltenen Gurtungsstablänge x_σ in der Mitte für die zweite Berechnung anstatt 1. setzen:

$$c = \frac{n^2}{4h}x_\sigma \text{ bezw. } c = \frac{n^2 - 1}{4h}x_\sigma \qquad 5.$$

und damit noch genauere Resultate erhalten. Es ist selbstverständlich der stets gewünschten Symmetrie wegen nur die erste Trägerhälfte zu berechnen. Bei ungerader Felderzahl würden jedoch durch Umklappen dieser Hälfte im mittleren Felde gebrochene Stäbe entstehen können, welche dann ohne in Betracht kommende Folgen durch horizontale zu ersetzen sind. Ueber graphische Formbestimmung s. [9], [11], S. 148, 152. Die Form des Paulischen Trägers weicht nur wenig von derjenigen des Parabelträgers ab, derart, daß die Vertikalenlängen bei ersteren für gleiche h, n besonders gegen die Enden hin etwas größer sind. Für einen Segmentträger von $h = 6$ m, $n = 10$ ergaben sich ([12], S. 270):

bei der Paulischen Form	$h_m = 2{,}46$	4,08	5,19	5,82	6,00 m
bei der Parabelform	$h_m = 2{,}16$	3,84	5,04	5,76	6,00 m

für einen Linsenträger von $h = 6$ m, $n = 10$ ([12], S. 281):

bei der Pauliſchen Form $h_m = 2{,}22$ 3,91 5,08 5,78 6,00 m
bei der Parabelform $h_m = 2{,}16$ 3,84 5,04 5,76 6,00 m.

Bezeichnen g das Eigengewicht, p die Verkehrslaſt und $q = g + p$ die Geſamtlaſt pro Längeneinheit Träger, ſo hat man für die nach 3., 4. berechneten Träger (Fig. 1 und 3) die Maximalbeanſpruchungen der Gurtungsſtäbe im $m$ten Felde, deren Längen durch x_m, z_m bezeichnet ſind:

$$X_m = -c\frac{q\lambda}{2}, \qquad Z_m = c\frac{q\lambda}{2}\frac{z_m}{x_{m-1}}. \tag{6.}$$

Für Fig. 2 ſind nur die Vorzeichen zu vertauſchen. Die Minimalbeanſpruchungen ſind g/q mal ſo groß als die Maximalbeanſpruchungen 6. Für Segmentträger (Fig. 1, 2) iſt konſtant $z_m = \lambda$, für Linſenträger weicht z_m ſo wenig von x_{m-1} ab, daß auch die Z_m für die Dimenſionierung als konſtant gelten können. Eine Ausnahme von 6. bilden die Untergurtſtäbe des erſten Feldes, für die man beim Segment- und Linſenträger für jede Belaſtung hat:

$$Z_1 = Z_2 \text{ bezw. } Z_1 = -X_1. \tag{7.}$$

Für die Diagonalen und Vertikalen beſtehen die unter Balkenfachwerke angeführten Formeln, bezüglich der Gegendiagonalen, die bei nur auf Zug widerſtandsfähigen Diagonalen in allen Feldern nötig ſind, ſ. Bd. 4, S. 341.

Ableitung obiger Formeln und entſprechender für andre Stellung der Hauptdiagonalen [11], § 46, Beiſpiele der Anwendung [12], B. 62, 65, 73, 74. Analoge Beziehungen für die Berechnung mit bewegten Radlaſtzügen [11], § 47, Anwendung derſelben [12], B. 63, 66, 73, 74, Berechnung mit Laſtäquivalenten anſtatt Radlaſtzügen [12], B. 64, 67, 73, 74. Formeln für Pauliſche Segment- und Linſenträger doppelten Syſtems mit gekreuzten Diagonalen (z. B. Fig. 4) [11], §§ 99, 100, Beiſpiele hierzu für gleichmäßig verteilte bewegte Laſt, bewegte Radlaſtzüge und Laſtäquivalente [12], B. 125—130. Da für die Maximalbeanſpruchungen aller Gurtungsſtäbe die Vollbelaſtung des ganzen Trägers maßgebend iſt, ſo genügt es auch bei Eiſenbahnbrücken, die Formberechnung auf Grund einer gleichmäßig verteilten Laſt durchzuführen, von deren Größe die Trägerform nach obigen Gleichungen unabhängig iſt.

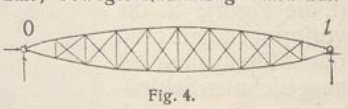


Fig. 4.

Für die erſte Brücke mit Pauliſchen Trägern rechnete man eine Materialerſparnis von 25—30 % gegen die damals ausgeführten Fachwerkbrücken heraus [6], S. 91, doch waren ſpäteren Konſtruktionen von ähnlichen Formen gegenüber (Parabelträger, Schwedlerträger u. ſ. w.) keine erheblichen Differenzen vorhanden, nach Winkler z. B. gegen Parabelträger 2—3 % Erſparnis (Gitterträger, Wien 1875, S. 16, vgl. [10], S. 159). Da aber Nachteile der Pauliſchen Träger gegenüber den Parabelträgern nicht beſtehen und konſtante Gurtungsquerſchnitte ſowie etwas größere mittlere Höhe erwünſcht ſind, ſo kann ſich die Anwendung Pauliſcher Träger je nach Umſtänden auch heute noch empfehlen.

Literatur: [1] Navier, Résumé des leçons sur l'application de la mécanique etc., Paris 1826, S. 280. — [2] Débia, Bemerkungen über das Syſtem der unterſpannten Brücken, Dinglers Polyt. Journ. 1829, XXXIV, S. 23. — [3] Laves, Mémoire explicatif d'un nouveau système en construction, Havre 1839; ſ. a. Rombergs Zeitſchr. für praktiſche Baukunſt 1841, S. 297. — [4] Köpcke, Ueber Träger von gleichem Widerſtande, insbeſondere die Anwendung derſelben zu Brücken durch Laves und Pauli, Zeitſchr. des Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1858, S. 292. — [5] Gerber, Das Pauliſche Trägerſyſtem und ſeine Anwendung auf Brückenbauten, Nürnberg 1859 (als Manuſkript gedruckt bei Campe). — [6] Derſ., Die Iſarbrücke bei Großheſſelohe, Allg. Bauztg. 1859, S. 82. — [7] Derſ., Ueber die Berechnung der Brückenträger nach dem Syſtem Pauli, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1865, S. 463 (Berechnung der Mainzer Brücke, S. 474). — [8] Ritter, Elementare Theorie und Berechnung eiſerner Dach- und Brückenkonſtruktionen, Hannover 1873, S. 257. — [9] Melan, Fachwerke mit konſtanter Gurtungsſpannung, Wochenſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1878, S. 197 (Segmentträger nach Haberkalt, ſ. indeſſen Schäffer, Zeitſchr. f. Bauweſen 1865, S. 150). — [10] Winkler, Theorie der Brücken, II, Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881, S. 155—159, 214—216. — [11] Weyrauch, Theorie der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 146, 151, 153, 338, 341, 344. — [12] Derſ., Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 269—289, 310—320, 511—531.

Weyrauch.

Konſtruktive Durchbildung der Pauliſchen Träger. Die von dem bayriſchen Baudirektor Pauli [2] zuerſt 1857 bei der Iſarbrücke bei Großheſſelohe [1] zur Ausführung gebrachte und nach ihm benannte Trägerform iſt auf Grund der Bedingung abgeleitet, daß die Spannung beider Gurte bei Vollbelaſtung durchaus konſtant wird. Der Träger unterſcheidet ſich nur wenig von einem linſenförmigen Parabelträger, dem gegenüber die Trägerhöhen gegen die Auflager hin etwas vergrößert ſind. In den von Pauli erbauten Brücken (größte derſelben die 1862 vollendete Mainzer Rheinbrücke, altes Gleis [1]) beſteht der Untergurt aus wagerecht übereinander liegenden Blechen (Bandgurt), an welchen die Knotenbleche für die aus Flachſtäben gebildeten, gekreuzten Ausfachungsſtäbe unter Vermittlung von Winkeleiſen mittels Schraubenbolzen angeſchloſſen ſind. Dieſe Verbindung kann nur mit Rückſicht auf die ſchwachen Kräfte in der Ausfachung als ausreichend angeſehen werden. Bei den älteren Pauliſchen Trägern iſt auch die Konſtruktion der Druckgurte eine mangelhafte. Die Fahrbahn iſt entweder an die verlängerten Vertikalpfoſten angehängt (Mainzer Brücke) oder oben auf die Träger geſtützt (Iſarbrücke).

Literatur: [1] Klein, L. v., Sammlung eiſerner Brückenkonſtruktionen, Stuttgart 1864. — [2] Zeitſchr. f. Baukunde 1884, S. 379.

Melan.

Graphiſche Berechnung. Die Form des Pauliſchen Trägers fußt auf der Bedingung, daß die Kraft in den Gurtſtäben bei voller Belaſtung konſtant ſei. Um dieſer Forderung zu genügen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zeichnet man von jedem Pfoſtenmittelpunkt aus einen Kreis, deſſen Halbmeſſer dem größten Biegungsmomente am betreffenden Pfoſten proportional iſt, und zieht, am Auflager beginnend, fortlaufend Tangenten an dieſe Kreiſe (ſ. die Figur). Bezeichnet l die Spannweite, h die Höhe des Trägers in der Mitte und q die volle Belaſtung pro Längeneinheit, ſo iſt jetzt die Gurtungskraft durchgehends gleich $^1/_8\, q\, l^2 : h$. Zur Berechnung der Strebenkräfte iſt das für den Halbparabelträger angegebene allgemeine Verfahren einzuſchlagen. Angenähert wird die Forderung einer konſtanten Gurtungskraft auch dann erfüllt, wenn man die Gurtungen einfach nach einer Parabel krümmt.



Literatur: Culmann, Graph. Statik, Zürich 1866; Ritter, W., Anwendungen der graph. Statik, 2. Teil, Zürich 1890. *Mörſch.*

Paupeline, der Tuchgattung, und zwar den ſogenannten Buckſkins, zugehöriges, meiſt zu Beinkleidern verarbeitetes Gewebe; ſ. Tuchſorten.

Pauſcht (Bauſcht), ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 812.

Pauſe, Pauſen, Pausleinwand, -papier, ſ. Papierſorten, Zeichnen, techniſches.

Pavillon, 1. ein mit einem Zeltdache verſehenes Luſthaus (ſ. die Figur); 2. die vorſpringenden Ecken oder Mittelbauten bei ausgedehnten Schloßanlagen (namentlich ſolchen im franzöſiſchen Geſchmacke); 3. bei Irrenanſtalten und Krankenhäuſern (ſ. d., Bd. 5, S. 675) die von dem Hauptbau gänzlich getrennten kleinen Bauten für beſtimmte Krankheitsfälle oder für bevorzugtere Perſonen. *Weinbrenner.*



Der weſtliche Pavillon des Dresdener Zwingers (erbaut von Daniel Pöppelmann).

Payenſches Bergblau (Bleu en pâte, Cendres bleues en pâte), blaue Kupferfarbe, Gemenge von Kupferoxydhydrat mit wechſelnden Mengen Calciumkarbonat.

Sie kommt faſt nur in Teigform in den Handel, läßt ſich aber auch in trockenem Zuſtande herſtellen, wenn das Verdampfen des Waſſers bei ſehr niederer Temperatur geſchieht. Zur Herſtellung ſetzt man einer Löſung von Kupfervitriol Chlorcalcium zu und rührt in die Flüſſigkeit verdünnte Kalkmilch ein, wodurch Abſcheidung von grünem baſiſchem Kupferchlorid bewirkt wird. Hat ſich der Niederſchlag gebildet, fügt man zur Flüſſigkeit mit Kalkmilch verſetzte Pottaſchelöſung, ſo daß Kupferoxydhydrat und Calciumkarbonat gleichzeitig ausgeſchieden werden. *Andés.*

Pb, chemiſches Zeichen für Blei.

Pd, chemiſches Zeichen für Palladium.

Pech, pix nigra, ein Produkt des Holzteers.

Dieſer, auch flüſſiges Pech, pix liquida, genannt, wird gewonnen, indem man die alten harzreichen Wurzeln und Stammſtrünke der Nadelhölzer (Fichte, Kiefer) trocken erhitzt (ſchwelt, daher Teerſchwelerei), wobei man eine anfänglich dünne, flüſſige, gelbliche oder leicht bräunliche, auf Waſſer ſchwimmende Subſtanz, den weißen Teer, erhält, der wieder zur Deſtillation des Kienöles dient. Die bei der Schwelerei ſpäterhin abgehende dunklere und dickere Maſſe iſt der Wagen- oder Radteer, die letzterhaltene, ſchwarzbraune und übelriechende Maſſe gibt den Schiffsteer. (Ueber die Zuſammenſetzung ſ. Holzkonſervierung, Bd. 5, S. 118.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Werden die beiden letzteren in offenen Keffeln fo lange eingekocht, bis alle leichter flüffigen Beftandteile ausgetrieben find und eine herausgenommene Probe beim Erkalten eine fefte Form annimmt, fo erhält man das fchwarze Schufter- oder Schiffspech. Die Maffe wird in Fäffer oder Kübel gegoffen und darin verfandt. Sie ift dunkelfchwarzbraun bis tiefffchwarz, auf der feinen, mufcheligen Bruchfläche fettglänzend, fpröde, hart, erweicht fchon in der warmen Hand, fchmilzt bei höherer Temperatur, brennt mit ftark rußender Flamme und dient zum Kalfatern der Schiffe, zum Waffердichtmachen von Segel- und Tauwerk, zu Kitten, Pflaftern, Pechfackeln, zum Steifen des Schuhmachergarnes (-drahtes), zum Auspichen von Fäffern u. s. w. — Ein ganz andres Produkt dagegen ift das Faß- oder Brauerpech (Faßglafur, Moogfcher Brauerfirnis), welches urfprünglich gefchmolzenes Fichtenharz darftellt, wie z. B. das fogenannte Burgunderpech (Bd. 4, S. 24). Das befte Brauerpech kommt von den Staatsforften des fächfifchen Voigtlandes, geringere Sorten von Böhmen, Tirol; auch Nordamerika liefert viele Ware. S. Brauerpech, Bd. 2, S. 250, und Brauerlacke, Bd. 2, S. 250. *T. F. Hanaufek.*

Pechkohle, f. Brennftoffe, Bd. 2, S. 286.

Pechmakadam kann als ein Beton angefehen werden, bei dem das Bindemittel eine erhärtende, teer- oder pechartige Maffe ift, ähnlich (aber billiger) wie beim Afphaltbeton.

Der in Deutfchland kaum gebräuchliche Pechmakadam wird namentlich in England mehrfach, auch in der verwandten Form als Afphaltbeton, benutzt, und zwar fowohl als Unterlage für Steinpflafter, deffen Fugen dann oft mit einem ähnlichen Bindemittel ausgegoffen werden [1], als auch zur eigentlichen unmittelbaren Straßendecke für leichten Verkehr. Empfohlen wird der Pechmakadam auch als Unterlage für Afphaltftraßendecken, namentlich bei feuchtem Untergrund [2]. Pechmakadam ift gut elaftifch und waffердicht, wenn Pech und Teer die Zwifchenräume zwifchen den Steinen vollkommen ausfüllen. Das Mifchen und Einbauen muß deshalb in warmem Zuftande mit fo dünnflüffigem Bindemittel vorgenommen werden [3], daß es in alle Zwifchenräume gut eindringt. Das Einfchmelzen des feften Peches erfolgt daher meiftens unter Verwendung eines dünnflüffigen Löfungsmittels, Kreofotöl u. dergl. Alleinige Verwendung eines flüffigen Bindemittels, z. B. Teers, ift nicht zu empfehlen, da der Pechmakadam dann bei warmem Wetter zu weich wird. Das richtige Mifchungsverhältnis von Pech und Oel, bei dem ein gutes Einhüllen der Steine ftattfindet und nach dem Erhärten doch noch genügende Feftigkeit und Härte vorhanden ift, muß ausprobiert werden. Der nicht fehr großen Härte des Bindemittels gegenüber darf diejenige des Steinmaterials nicht zu groß fein, da fonft infolge ungleicher Abnutzung die Steine einzeln frei werden und ausbrechen, was Unebenheiten und rafche Zerftörung zur Folge hat. Kalkftein hat fich in diefer Beziehung als geeignetes Material erwiefen.

Literatur: [1] Laißle, Straßenbau in Handbuch der Ingenieurwiffenfchaften, Bd. 1, VI. Kap., 2. Aufl., Leipzig 1884, S. 214. — [2] Dietrich, Die Afphaltftraßen, Berlin 1882, S. 105 ff. — [3] Kaven, A. v., Der Wegebau, 2. Aufl., Hannover 1870, S. 563 ff. *Bräuler.*

Pechftein, f. Quarzporphyr.

Peck, englifches Hohlmaß, für Getreide = 2 Gallons (f. d.), für Mehl und Salz dem Gewicht nach = 1 Stone.

Pedograph von Ferguſon, ein Inftrument zum felbftätigen Aufzeichnen von Landwegen, die zu Fuß zurückgelegt werden. Er wird bei Routenaufnahmen (f. d.) benutzt.

Ein Schrittzähler (f. d.), der Rekorder, ift zwifchen einer ebenen Glasplatte und einer parallel dazu liegenden Zeichenebene, einem Papierblatt, angebracht. Der Rekorder wird durch die Schrittbewegung des Aufnehmenden allmählich fenkrecht abwärts bewegt und zeichnet dabei durch ein Spitzenzahnrad die Länge des zurückgelegten Weges in verjüngtem Maßftabe auf die Zeichenfläche. Die beiden Ebenen können durch den Aufnehmenden um eine Achfe gedreht werden. Die Drehung wird auf eine Anzeigevorrichtung übertragen, die mit einer frei fchwebenden Magnetnadel in Verbindung fteht. Die Anzeigevorrichtung muß beim Gebrauch des Inftruments ftets auf die Magnetnadel einfpielen. Dadurch wird die Richtung des Weges auf der Zeichenfläche angegeben. Bei einer Aenderung der Wegerichtung find die beiden Ebenen entfprechend zu drehen. Das Inftrument ift in einer Ledertafche untergebracht. Diefe wird von dem Aufnehmenden an einem Riemen über der Schulter getragen und beim Gebrauch des Inftruments gegen die Hüfte gedrückt. Die Tafche trägt noch eine grobe Libelle, welche ebenfalls einfpielend erhalten werden muß, damit das Inftrument immer die gleiche Lage zum Körper des Aufnehmenden einnimmt. Die Genauigkeit und die Gefchwindigkeit in der Aufzeichnung des Weges durch den Apparat find etwa die, welche man beim Abfchreiten langer Linien erzielen kann. Die aufgezeichnete Länge der Wegelinie ift von der Schrittlänge des Aufnehmenden abhängig. Das Inftrument ift im allgemeinen nur für horizontale Wege geeignet, kann aber auch noch bei mäßigen Neigungen benutzt werden, wenn der Aufnehmende feine Schrittlänge den Neigungen anpaßt.

Literatur: [1] Ferguſon, Th., Automatic Surveying Instruments an their practical uses on land and water, London 1904. — [2] Hammer, Zeitfchr. f. Inftrumentenk. 1903, S. 277. *Hillmer.*

Pedometer, f. Schrittzähler.

Peelen (Pählen), f. Leder, Bd. 6, S. 91.

Peerd (Pferd), ein unterhalb der Raa eines Schiffes in mehreren Buchten befeftigtes Tau, welches den Matrofen beim Segelmanöver als Auftritt dient.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pegamoid, ein nach besonderem Verfahren imprägnierter Stoff, welcher abwaschbar ist und als Wandbekleidung der Kammerschotte im Schiffbau Verwendung findet. *T. Schwarz.*

Pegel (Marque, Marqueur, Hydrometer, Wasserstandszeiger), eine Vorrichtung zum Messen (Ablesen) des jeweiligen Wasserstandes; vgl. a. Mareograph.

I. Gewöhnlich wird der **einfache Pegel** mit gut sichtbarer Maßeinteilung versehen (Fig. 1) (Skalenpegel) und als lotrechter Stab an einer geschützten Stelle des Flusses, z. B. an einem Brückenjoche oder Brückenpfeiler, aufgestellt. Als Nullpunkt wird möglichst der kleinste Niederwasserstand angenommen, um negative Ablesungen zu vermeiden.

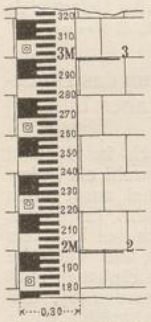


Fig. 1. Französischer Pegel.

Zuweilen, an gesicherten, gepflasterten Uferböschungen, wird der Pegel auch in der Böschungslinie angeordnet; die Teilung wird dann aber als Projektion eines Vertikalmaßstabes ausgeführt, damit die schrägen Ablesungen unmittelbar die richtige (lotrechte) Höhe des Wasserspiegels angeben. Die Skalenpegel werden in neuester Zeit meistens aus Eisen hergestellt; bei den sogenannten Präzisionsskalenpegeln bildet man die Teilung auch durch einzementierte auswechselbare Porzellanplättchen [1]. Der einmal angenommene Nullpunkt eines Pegels wird vermittelst Nivellements auf zuverlässigen Fixpunkt bezw. auf Meereshöhe (in Deutschland N.N.) bezogen. — Die Pegelablesungen bezw. Aufschreibungen sind einesteils ordentliche, welche in der Regel täglich einmal (z. B. um 12 Uhr mittags) vorgenommen werden, anderenteils außerordentliche, welche bei Hochwasser öfters (z. B. jede zweite Stunde) stattfinden [2]. Wird am Pegel ein Schwimmer so angebracht, daß er wohl mit dem Hochwasser in die Höhe steigen kann, aber am Abwärtssinken durch eine entsprechende Klinke gehindert ist, dann zeigt er selbsttätig den höchsten Stand des Hochwassers an. Ist ein analoger Schwimmer nur für das Heruntersinken eingerichtet, so wird hierdurch auch der jeweilig tiefste Wasserstand selbsttätig angegeben: Maximum- und Minimumpegel [3], [4].

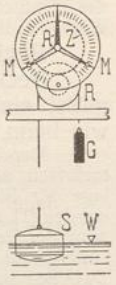


Fig. 2. Pegeluhr. *A* Zeiger. *M M* Maxima- und Minimazeiger. *Z* Zahnrad. *R* Rolle. *G* Gegengewicht. *S* Schwimmer. *W* Wasserspiegel.

Abarten des einfachen Pegels, welche vielfach auch selbstanzeigende Pegel heißen, sind:

1. Am Ufer wird ein mit dem Flußwasser kommunizierender Brunnen hergestellt; ein Schwimmer im Brunnen trägt einen lotrechten Stab mit einem Zeiger, welcher auf daneben angebrachtem festem Maßstabe die Wasserspiegelhöhe angibt.

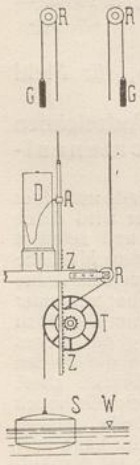


Fig. 5. Schematische Darstellung eines Registrierpegels. *W* Wasserspiegel. *S* Schwimmer. *Z* Zahnstange. *T* Trommel. *R* Rollen. *A* Schreibstift. *U* Uhrwerk. *D* Registriertrommel.

2. Von einem Schwimmer wie unter 1. geht eine Kette oder ein feiner Metalldraht nach aufwärts, der in der Höhe über eine Rolle geführt und am andern herabhängenden Ende oder in ähnlicher Weise mittels eines Gegengewichtes gespannt ist. Die so beim Steigen und Fallen des Wassers verursachte Drehung derselben Rolle wird gewöhnlich durch eine Räderübersetzung auf einen Zeiger übertragen, der auf einem entsprechend geteilten, runden Zifferblatt den Wasserstand angibt (Pegeluhr, s. Fig. 2). Hierbei läßt sich auch der maximale sowie der minimale Wasserstand durch je einen besonderen Zeiger, der vom Hauptzeiger nur in der betreffenden Richtung mitgenommen werden kann, selbsttätig angeben [4]. Will man, was manchmal für die Flußschiffahrt wichtig ist, aus größerer Ferne die Uhr ablesen, so müssen die Zifferblätter sehr groß gemacht werden; besser ist in solchen Fällen der Rollbandpegel System Seibt-Fueß (Fig. 3). Der Schwimmer *S* bewegt mittels Drahtes die Walze *W* und folgt den Spiegelbewegungen des zu beobachtenden Wasserlaufs. Mit der Walze *W* steht ein Getriebe *T* in Verbindung, welches ein über die Rollen R_1 und *R* geführtes Band auf und ab bewegt. Entsprechend der durch das Getriebe *T* vergrößert übertragenen Spiegelbewegungen ist auf dem Bande eine vergrößerte Teilung angebracht, die sehr große Zahlen ermöglicht, deren Ablesung zwischen den festen Zeigerspitzen *J* von weither erfolgen kann [5].

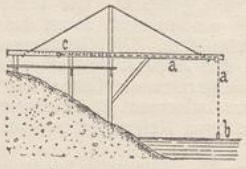


Fig. 4. Seilpegel.

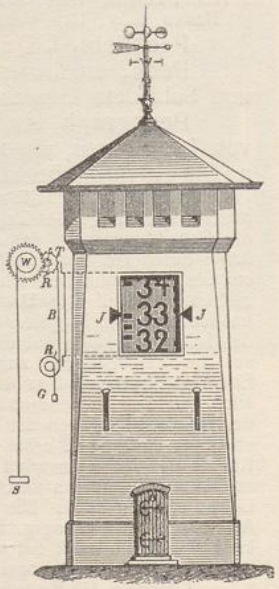


Fig. 3. Rollbandpegel, System Seibt-Fueß.

3. Am Missouri in Nordamerika sind vielfach sogenannte Seilpegel [4] im Gebrauch. Das Drahtseil *a* (Fig. 4) ist über eine Rolle, die sich am freien Ende eines auskragenden Horizontal-

balkens befindet, weiter ans Ufer zurückgeführt. Daſelbſt wird mittels eines Handgriffes am Seile das Pegelgewicht *b* bis zur Berührung mit dem Waſſerſpiegel eingeſtellt und oben bei *c* an einer horizontalen Skala der Waſſerſtand abgeleſen. Dieſe Vorrichtung paßt dorthin, wo das Uferwaſſer ſchwer zugänglich iſt.

II. Eine zweite Gruppe ſind die **ſelbſttätigen, regiſtrierenden Pegel**, auch Waſſerſtandszeichner, Limnigraphen oder Fluviographen bezw. Mareographen (ſ. d.) genannt. Der unmittelbaren Beobachtung am nächſten kommt der ſelbſttätige Lichtbildpegel, welcher die Feſthaltung der jeweiligen Waſſerſtände auf photographiſchem Wege ermöglicht, vgl. [6]. Bei den regiſtrierenden Pegeln wird der Wechſel des Waſſerſtandes entweder mittels eines Schwimmers in Verbindung mit der Schwimmerrolle, wie vorher unter 2., zum Regiſtrierapparate übertragen oder durch hydroſtatiſche bezw. pneumatiſche Druckwirkung oder auf elektriſchem Wege. Das Weſen der Aufzeichnung der Waſſerſtände in Form der Waſſerſtandskurve oder Pegelkurve ergibt ſich aus Fig. 5; einen ſelbſttätigen Druckluftpegel Syſtem Seibt-Fueß [7] zeigen die Fig. 6 und 7. Den Nullpunkt in der feſten Luftglocke *A* bilden die Oberkanten der Schlitze *e* (Fig. 6); letztere haben den Zweck, die Schwankungen der von der Druckluft berührten Waſſerdruckfläche auf ein praktiſch bedeutungsloſes Maß zu verringern (etwa 1 cm), alſo den Nullpunkt für die Rechnung unveränderlich zu machen. Entſprechend dem Waſſerſtand *w* ſtellt ſich die Preſſung in der Leitung *l* (2 mm weites Bleirohr), die zu einem Queckſilbergefäß *U* (Fig. 7) führt; von dort aus wird die Waſſerſäulenhöhe *w* im offenen Schenkel U_1 in Queckſilberſäulenhöhe bei folgender Einrichtung umgewandelt. Von dem auf einem Gußblocke *Q* verſchraubten, die Luftleitung *l* aufnehmenden Dreiweghahn *D* aus geht ein feines Platinröhrchen l_1 nach dem mit Queckſilber verſehenen Schenkel *U*, in den ein beſonders hergerichteter Eiſenſtab *t* eingeführt iſt, mittels deſſen eine genaue Regulierung des in dem kommunizierenden Schenkel U_1 enthaltenen Queckſilbers entſprechend der zum vornherein angenommenen Verjüngungsſkala *M* ſich ermöglichen läßt. Auf dem Queckſilber in U_1 ruht ein Schwimmer *s* (ein Eiſenplättchen mit einem die genaue Führung der Stange *d* ſichernden Glaskörper), mittels deſſen der Spiegelgang des Waſſers durch die an der Stange *d* angebrachte Zeichenfeder *c* in beſtimmtem Maßſtabe auf die mit Papier überzogene Regiſtrierwalze *W* als Kurve aufgezeichnet wird, deren Abſziſſe die Zeit und deren Ordinate den entſprechenden Waſſerſtand angibt. Das ſo entſtehende Diagramm wird oben und unten durch zwei an der Stange *n* angebrachte, von den Gewichten *g* und g_1 in ihrer Lage feſtgehaltene Zeichenfedern *b* und *b'* mittels horizontaler Linien begrenzt, ſo daß alle Auswertungen der Aufzeichnungen leicht vorzunehmen ſind [8]. Zeitmarken werden durch den von der Uhr betätigten Hammer *H* gegeben; ein Kontakt *f*, der an der vorderen Säule für beliebigen Waſſerſtand eingeſtellt werden kann, ſetzt nach Berührung mit der Zeichenfeder *c* ein elektriſches Läutwerk in Gang. Mittels des Hahns *h* kann ein Entleeren des Queckſilbers erfolgen; die Luftpumpe *V* dient zur Beſeitigung von Betriebsſtörungen an der Luftleitung *l*. Die Verjüngungsſkala *M* iſt durch das an deren oberem Ende angebrachte Handrad ſtellbar und geſtattet eine Kontrolle der Aufzeichnungen von Feder *c*. Eine weitere Kontrolle — auch für die obengedachte Skala und die ganze Einrichtung überhaupt — iſt am ſogenannten Lotpegel (Fig. 6) ermöglicht. Der an dem Rohr *E* geführte Schwimmer *S* und der an dem Meßband *L* angebrachte Senkel *P* ſtehen dann, wenn letzterer die horizontale Platte des Schwimmers gerade berührt, was ſich durch Handkurbel *k* und Bremsfeder *B* genau bewirken läßt, ſtets um das gleiche Maß m_1 über dem Waſſerſpiegel. Die Teilung des Meßbandes *L* geht von oben nach unten; am letzteren werden die Ableſungen beim Index *i* vorgenommen, die aus der Beziehung $w = h - (m + m_1)$ abgeleitet ſind (ſ. Fig. 6) und mit jenen auf der Verjüngungsſkala *M* (Fig. 7) übereinſtimmen müſſen [9].

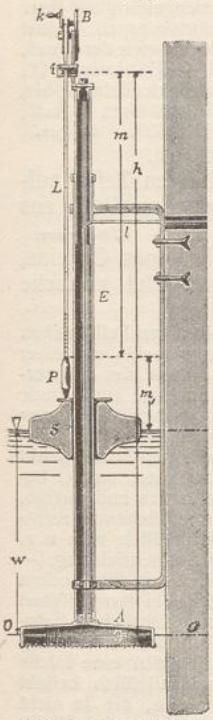


Fig. 6 (und 7). Druckluftpegel von Seibt-Fueß.

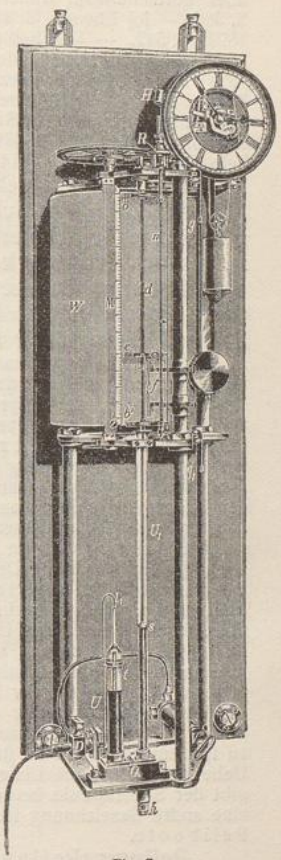


Fig. 7.

Weitere hierhergehörige Einrichtungen und Auseinanderſetzungen ſ. in [10]; Bezugsquelle für alle Arten Pegel: R. Fueß, Steglitz-Berlin, Düntherſtraße 8.

III. Während die Luftleitung *l* (Fig. 6 und 7) ohne Nachteil für die Pegelanzeigen nur auf ca. 350 m Länge bemeſſen werden kann, geſtatten die **elektriſchen Fernpegel** die Meſſung der Waſſerſtände an beliebig entfernten Orten, und es laſſen ſich insbeſondere die Beobachtungen für viele Stellen in einer einzigen Zentralſtation vornehmen. Solche Einrichtungen werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

heutzutage von den Elektrizitätswerken mit großer Zuverläſſigkeit und ganz den mannigfaltigen Wünſchen der Beſteller entſprechend hergeſtellt, nicht nur für Beobachtungen am Meere, an Flüſſen, Seen u. ſ. w., ſondern beſonders auch für Aufzeichnungen von Brunnen- und Reſervoirwaſſerſtänden bei Waſſerverſorgungen; hinſichtlich letzterer Einrichtungen verweiſen wir auf die ausführlichen Erörterungen in [11] und die Beſchreibung diesbezüglicher Anlagen von Siemens-Halske (Wernerwerk), Berlin-Nonnendamm, in [12] und [13]. Der Fernpegel Seibt-Fueß [14] beruht im weſentlichen auf dem Grundgedanken, auf dem ſich die dem ſelbſttätigen Univerſalpegel Seibt-Fueß eigentümliche Einrichtung zur Ableſung von Waſſerſtänden aus der Ferne aufbaut [15]; die Waſſerſtandshöhen werden auf mechaniſchem Wege in zeitliche Zwiſchenräume umgeſetzt, letztere nach elektriſcher Uebertragung auf die Fernbeobachtungsſtelle an einem Uhrwerke abgeleſen und dort wieder in Waſſerſtandshöhen umgewandelt.

Literatur: [1] Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 499. — [2] Oeſterr. Monatsſchr. für den öffentl. Baudienſt 1895, S. 298, 341. — [3] Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 469. — [4] Roloff, Mitteil. über nordamerikan. Waſſerbauweſen, Berlin 1895, S. 13. — [5] Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 368. — [6] Ebend., S. 331. — [7] Ebend., 1902. — [8] Ebend., 1896, S. 572. — [9] Ebend., 1893, S. 542. — [10] Seibt, W., Ueber ſelbſttätige Pegel und die Zuſammengehörigkeit ihrer Aufzeichnungen mit Nivellements erſter Ordnung, VII. Internationaler Schiffahrtskongreß, Brüſſel 1898; Miniſterium der öffentl. Arbeiten in Preußen, Das Nivellements- und Pegelweſen der preuß. Waſſerbauverw., betr. Führer f. d. Weltausſtellung St. Louis 1904, Berlin 1904. — [11] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, Abteil. II, Leipzig 1908. — [12] Schmidt, G., Elektr. Telegraphie, 3. Aufl., Leipzig 1906, S. 431 ff. — [13] Wietz und Erfurth, Hilfsbuch für Elektropraktiker, 6. Aufl., Leipzig 1907, S. 90 ff. — [14] Zentralbl. d. Bauverw. 1900. — [15] Ebend., 1891, S. 405. *Lueger.*

Peilkompaß, Schiffskompaß mit Peilvorrichtung; ſ. Kompaß.

Peilrohr, im Schiffbau, iſt auf der Decke einer waſſerdichten Zelle aufgeſetzt, um den Waſſerſtand in der Zelle von einem höher gelegenen Deck aus mittels des Peilſtocks meſſen zu können. *T. Schwarz.*

Peilung, im Seeweſen, die Feſtſtellung der Richtungslinie eines Objekts, eine der wichtigſten Maßnahmen der Schiffahrt. Man unterſcheidet einfache Peilung, Deckpeilung und Kreuzpeilung.

Die Peilung wird entweder nur mit Hilfe von horizontalen, halbkreisförmigen Peilſcheiben vorgenommen, die, an den Enden der Kommandobrücke des Schiffes angebracht, mit einer den Kompaßſtrichen entſprechenden Einteilung verſehen ſind, oder aber mittels des Diopteraufſatzes auf der Kompaßpeilſcheibe. Im erſteren Falle handelt es ſich nur um eine annähernde Richtungsbeſtimmung, die z. B. beim Fahren im Geſchwader häufig erforderlich wird, im letzteren um die genaue Feſtlegung der Kompaßrichtung eines Objekts, Geſtirns, Leuchtturms u. ſ. w. — Dieſer Richtung bedarf man z. B., um bei bekannter Fahrtrichtungslinie durch den Schnittpunkt der Peilungslinie eines Landobjekts den Ort des Schiffes zu beſtimmen, oder aber, um bei bekannter Fahrgeſchwindigkeit durch Peilung des Objekts 45° vor- bezw. achteraus und querab, unter Berechnung der im Zeitintervall zurückgelegten Strecke durch das entſtehende rechtwinklig-gleichſchenklige Dreieck, die Entfernung vom Objekt zu erhalten, ſchließlich auch u. a. zur aſtronomiſchen Deviationsbeſtimmung (ſ. d.) durch Peilung der Sonnenrichtung. — Peilt man zwei Objekte in einer und derſelben Richtung, ſo daß das eine vor dem andern ſteht, ſo erhält man eine Deckpeilung. Solche ſind von großem Wert, z. B. bei terreſtriſchen Deviationsbeſtimmungen, bei der Anfegelung und den Richtungslinien in gefährlichen Fahrwaſſern ſowie beim Ablaufen der gemeſſenen Meile. Da die Verbindungslinie der in Deckung gepeilten Objekte auf der Seekarte als genaue Kompaßrichtung abzuleſen iſt, gibt eine ſolche Deckpeilung immer ganz einwandfreie Reſultate. — Die Kreuzpeilung ſchließlich beſteht darin, daß man die Richtungslinien zweier oder mehrerer verſchiedener Objekte, die in nicht zu ſpitzem und nicht zu ſtumpfem Winkel zueinander ſtehen dürfen, auf dem Kompaß feſtſtellt. Ueberträgt man dieſe Linien umgekehrt von den auf der Karte verzeichneten Objekten aus, ſo gibt der Schnittpunkt beider Richtungslinien den genauen Ort des Schiffes. — Peilen iſt auch eine andre Bezeichnung für das Loten. Die die Tiefenmeſſung vornehmenden Fahrzeuge heißen Peilboote. *von Nießen.*

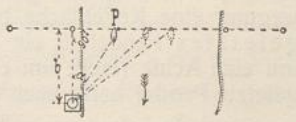
Peilung (Peilen), das Meſſen der Waſſertiefen und auch das Aufnehmen eines Waſſerbettes [1].

Bei mäßigen Tiefen (etwa bis zu 7 m) dient dazu die Peilſtange, das iſt ein hölzerner oder eiſerner Stab mit von unten nach oben gehender Teilung; am Fuße derſelben, am Nullpunkte, iſt eine breitere Scheibe zweckmäßig, um das Einſinken der Stange in die etwa lockere Sohle zu verhüten. Für größere Tiefen muß das Peillot (ſ. Loten, Lotmaſchine) benutzt werden, wobei die Leine oder der Draht, an dem das Senkgewicht hängt, die Tiefenteilung beſitzt. An Stelle desſelben tritt neuerdings auch der Waſſertiefenmeſſer von Julius Pintſch-Berlin, der die Tiefe in der Form von Luftpreſſung in einem auf den Grund reichenden Schlauche, aus dem das Waſſer durch eine Luftpumpe fortgedrückt wird, am Manometer erkennen läßt; vgl. D.R.P. Nr. 114699.

Manchmal bedient man ſich für die Peilung ſelbſttätiger (regiſtrierender) Peilapparate, welche bei einer kontinuierlichen Fortbewegung in einer gewiſſen Linie des Fluſſes (im Quer- oder im Längsprofile) entweder bloß die zugehörige Sohlentiefe oben, auf dem Peilkahne, anzeigen oder auch in irgend einer Weiſe ſelbſt aufzeichnen; dieſelben ſind mehr oder minder unvollkommen, da ſie die zugleich nötigen Längenentfernungen nur angenähert durch eine Abwicklung nach der Zeit darſtellen. Relativ am beſten erſcheint der in [2] beſchriebene Stecherſche Peilapparat, worauf wir verweiſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur vollſtändigen Aufnahme einer Flußſohle dient das Peilſchiff, Sondierſchiff oder Peilgerüſt [3]—[5]. Dasſelbe, aus zwei gekuppelten (eiſernen) Kähnen beſtehend, trägt eine bei 10 m breite und 20 m lange Plattform, von welcher aus gewöhnlich in je 1 m Entfernung Tiefenmeſſungen vorgenommen werden. In ſolchen Fällen benutzt man zur Kontrolle, ob etwa noch einzelne Felſenſpitzen über die gewünſchte Normalſohle hervorragen, auch Peilrahmen [3]; dabei wird eine längere horizontale Stange entſprechend tief unter Waſſer geſenkt und durch Fortbewegung derſelben ſowie durch das Verſtellen des zugehörigen Schiffes die ganze zu prüfende Sohle beſtrichen.



Querprofilpeilung.

Um Flußquerprofile aufzunehmen, iſt es am einfachſten, über die ganze Flußbreite oder vorerſt über einen Teil derſelben eine mit Längenteilung verſehene ſogenannte Peilleine oder ein Peilſeil (wenn es ein Drahtſeil iſt) zu ſpannen und in den ſo der Entfernung nach beſtimmten Punkten die Waſſertiefen zu peilen; bei großen Seillängen (bis zu 600 m) ſind zur Zwiſchenunterſtützung des Seiles, um es über Waſſer zu halten, noch verankerte Hilfskähne nötig [6]. — Manchmal, wenn das obige Verfahren nicht leicht möglich, werden die Peilpunkte vorher durch Anbaaken feſtgelegt, d. h. es werden dieſelben durch verankerte Schwimmer, Baaken oder Bojen, markiert. Schließlich kann man die zu peilenden Punkte auch frei wählen, indem das Peilboot womöglich in das Querprofil einviſiert wird und durch die Meſſung der Baſis b und der verſchiedenen Winkel α (ſ. die Figur) die Punkte P beſtimmt werden. Ein ſolch freier Punkt P kann auch vom Schiffe aus durch Winkelmeſſung nach zwei Signalpunkten am Ufer mittels eines paſſenden Spiegelſextanten feſtgelegt werden [7].

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Leipzig 1892, Bd. 3, Abt. 1, S. 126 ff. — [2] Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 349; 1891, S. 228. — [3] Zeitſchr. f. Bauweſen 1896, S. 97; Ebend., 1897, S. 86. — [4] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., 1895, S. 222. — [5] Gonda, v., Die Regulierung des Eiſernen Tores, Budapeſt 1896. — [6] Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1885, S. 301. — [7] Ebend., 1886, S. 147.

Pekariſieren nennt man die ſeit 1894 [1] geübte Beſtimmung der Farbe des Mehls, wobei etwa zwei Teelöffel desſelben auf einer Glasplatte zu einem etwa 5 cm langen, 3 cm breiten und 2 mm hohen Streifen geſchichtet und mit einer zweiten Glasplatte glatt gedrückt werden.

Literatur: [1] Vereinbarungen für einheitliche Unterſuchungen der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1899. *Mezger.*

Pekrungetriebe, Schneckengetriebe mit Rollzähnen.

Pektinſtoffe (Pektinkörper), eine Reihe wenig charakteriſierter, ſtickſtofffreier, im Pflanzenreich weitverbreiteter Subſtanzen, die ſich in den Fruchtſäften, z. B. der Aepfel, Kirſchen, Johannisbeeren, Pflaumen, Reineclauden u. ſ. w., gelöſt finden und das Gelatinieren derſelben veranlaſſen.

Sie ſtehen in naher Beziehung zu den Kohlehydraten und hiervon ſpeziell zu den Gummiarten und Pflanzenſchleimen. Als Grundſubſtanz der Pektinſtoffe nimmt man die in Waſſer völlig unlösliche Pektoſe an, die dann durch Fermente mannigfache Umſetzungen erleidet. Solche Umwandlungsprodukte ſind das Pektin, „Para“ und Metapektin, Pektinſäure und Pektoſinſäure. Die als Endprodukt dieſer Umwandlungen auftretende Metapektinſäure ſcheint mit dem Arabin oder Metarabin identiſch zu ſein. *Bujard.*

Pelo, ſ. v. w. Pelſeide; ſ. Seidenſpinnerei.

Pelouzeapparat, ſ. Teerwäſcher.

Pelſeide, ſ. Seidenſpinnerei.

Peltonrad, ſ. Waſſermotoren.

Pelzapparate, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Pelzerſcher Ventilator, ſ. Schleudergebläſe.

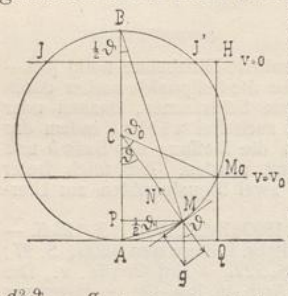
Pelzgerberei, ſ. Leder, Bd. 6, S. 105.

Pelzkrempel, Pelzreißer, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Pendel. Man unterſcheidet einfaches und zuſammengeſetztes Pendel. Ein einfaches Pendel iſt, im rein mathematiſchen Sinne genommen, ein ſchwerer Punkt, der gezwungen iſt, auf einer gegebenen Kurve ſich zu bewegen. So iſt ein ſchwerer Punkt, der durch einen Faden oder eine maſſeloſe ſtarre Stange von konſtanter Länge mit einem feſten Punkte verbunden, in einer Vertikalebene dieſes feſten Punktes beweglich iſt, auf einen Kreis gezwungen; er ſtellt ein Kreispendel dar. Ebenſo beſchreibt ein ſchwerer Punkt, durch einen Faden mit einem feſten Punkte verknüpft, eine Cykloide, wenn der Faden ſich über zwei in dem feſten Punkte als Spitze zuſammenſtoßende Aeſte der Evolute der Cykloide, die ſelbſt eine dieſer kongruente Cykloide iſt, hinbiegt. Das Pendel iſt dann ein Cykloidenpendel. Mit Hilfe der Fadenkonſtruktion von Huyghens-Monge (ſ. d.) kann man jeden ſchweren Punkt auf jeder gegebenen Kurve ſich als Pendel zu bewegen nötigen. Ein ſchwerer Punkt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der durch einen Faden konſtanter Länge mit einem feſten Punkte verbunden, im übrigen aber keiner weiteren Bedingung unterworfen iſt, kann ſich auf einer Kugelfläche bewegen, deren Mittelpunkt der feſte Punkt und deren Radius die konſtante Fadenlänge iſt. Auch er heißt in etwas erweitertem Sinne ein einfaches Pendel, und zwar ein ſphäriſches oder auch, weil der Faden während der Bewegung eine Kegelfläche beſchreibt, ein koniſches Pendel. Ein zuſammengeſetztes Pendel iſt ein unveränderliches Syſtem ſchwerer Maſſenpunkte, das um eine Achſe (meiſt um eine horizontale Achſe) beweglich iſt. Das zuſammengeſetzte Pendel heißt auch phyſiſches Pendel, während das einfache Pendel auch als mathematiſches Pendel bezeichnet wird. Seine Bewegung kann auf die Bewegung eines einfachen Pendels zurückgeführt werden.



Das Kreispendel. Iſt M (ſ. die Figur) die Lage des Pendelpunktes zur Zeit t auf dem Kreiſe, ſo iſt der Winkel ϑ, den der Pendelfaden $CM = a$ mit der Vertikalen CA bildet, ſowie die Spannung N des letzteren als Funktionen von t beſtimmt durch $\frac{dv}{dt} = g \sin\vartheta$, $\frac{v^2}{a} = N - g\cos\vartheta$.

Iſt ϑ der der Zeit $t=0$ entſprechende Wert von ϑ, dann iſt der in der Zeit t von M beſchriebene Bogen $s = a(\vartheta_0 - \vartheta)$ und mithin $v = \frac{ds}{dt} = -a\frac{d\vartheta}{dt}$. Daher wird die erſte der Gleichungen $\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + \frac{g}{a}\sin\vartheta = 0$. Dieſer Gleichung genügt eine elliptiſche Funktion. Jedoch ſind drei Fälle zu unterſcheiden, je nachdem die Niveaudifferenz QH der größten Geſchwindigkeit und der Geſchwindigkeit Null kleiner, gleich oder größer als $2a$ iſt. Im erſten Falle macht das Pendel gewöhnliche Schwingungen, im dritten Falle volle Umläufe; im zweiten Falle dagegen nähert ſich der Pendelpunkt aſymptotiſch dem höchſten Punkte des Kreiſes (ſ. hierüber [1], Bd. 1, S. 400 ff.). Die ganze Schwingungsdauer T, d. h. die Zeit eines Hin- und Herganges iſt

$$T = 4\sqrt{\frac{a}{g}}\cdot K, \text{ wo } K = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} d\varphi\,(1 - \varkappa^2\sin\varphi^2)^{-\frac{1}{2}} = \tfrac{1}{2}\pi\left[1 + (\tfrac{1}{2})^2\varkappa^2 + (\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{3}{4})^2\varkappa^4 + (\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{3}{4}\cdot\tfrac{5}{6})^2\varkappa^6 + \ldots\right]$$

und wenn die Anfangsgeſchwindigkeit $v_0 = 0$, $\varkappa = \sin\frac{1}{2}\vartheta_0$ iſt. Für ſehr kleine Werte des Ausſchlagswinkels genügt $T = 2\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$. Für das Sekundenpendel iſt die halbe ſo definierte Schwingungsdauer eine Sekunde. Dieſe Näherungsformel iſt unabhängig von ϑ_0 und zeigt, daß bei ſehr kleinem ϑ_0 die Größe von ϑ_0 auf die Schwingungsdauer einen ſehr unbedeutenden Einfluß ausübt (Iſochronismus der kleinen Pendelſchwingungen). Zu derſelben Formel gelangt man auch, indem man in der Differentialgleichung der Pendelbewegung ϑ für $\sin\vartheta$ näherungsweiſe ſetzt und die Gleichung $\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + \frac{g}{a}\vartheta = 0$ integriert.

Von beſonderer Wichtigkeit für die Technik iſt das Kreispendel mit Reibungswiderſtand. Unter Beibehaltung der obigen Bezeichnung hat man, wenn R die Beſchleunigung des Widerſtandes iſt, indem man für kleine Ausſchläge ϑ für $\sin\vartheta$ ſetzt, die Gleichungen

$$\frac{dv}{dt} - g\vartheta + R = 0,\quad a\frac{d\vartheta}{dt} + v = 0.$$

Für kleine Ausſchläge iſt N die Fadenſpannung nahe konſtant gleich g, und wenn man gewöhnliche Achsreibung als weſentlichen Widerſtand vorausſetzt, wird $R = g\cdot\varepsilon$, wo ε den Winkel bedeutet, um den man die ruhende Pendelſtange nach beiden Seiten aus der lotrechten Lage entfernen kann, ohne daß das Gleichgewicht aufgehoben wird. Die Bewegungsgleichung läßt ſich dann auch ſchreiben:

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} - g(\vartheta - \varepsilon) = 0 \text{ oder } \frac{d^2(\vartheta-\varepsilon)}{dt^2} - g(\vartheta - \varepsilon) = 0,$$

d. h. das Pendel ſchwingt nicht mehr um die lotrechte, ſondern um die gegen die Bewegung um den Winkel ε abgelenkte Gleichgewichtslage. Dadurch wird die Schwingungsweite um $2a\varepsilon$ vermindert. Bei der Rückſchwingung tritt die nach der andern Seite um ε abgelenkte Gleichgewichtslage ein, wodurch wieder eine Verminderung der Schwingungsweite um $2a\varepsilon$ entſteht. Die Schwingungsweiten nehmen alſo hierbei in arithmetiſcher Reihe ab, und das Pendel bleibt nach einer endlichen Zahl von Schwingungen in einer zwiſchen den äußerſten Gleichgewichtslagen befindlichen Stellung ſtehen. Wirkt der Widerſtand proportional der Geſchwindigkeit, wie im Falle eines widerſtehenden Mittels, ſo entſtehen gedämpfte Schwingungen, deren Ausſchläge in geometriſcher Reihe abnehmen. — Ueber das ſphäriſche oder koniſche Pendel ſ. [1], Bd. 1, S. 429 ff.

Das zuſammengeſetzte Pendel (phyſiſches Pendel). Es iſt ein ſchweres, unveränderliches Punktſyſtem (z. B. ein ſchwerer ſtarrer Körper), das um eine horizontale Achſe beweglich iſt. Die Bewegungsgleichung wird am einfachſten aus dem Satz von der lebendigen Kraft abgeleitet. Iſt K das Trägheitsmoment des Pendelkörpers in bezug auf die Drehachſe und ϑ der Ausſchlagwinkel der Senkrechten vom Schwerpunkt auf die Drehachſe gegen die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lotrechte Gleichgewichtslage, fo ift die lebendige Kraft: $\frac{1}{2}K\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2$. Die Arbeit, welche bei Hebung des Schwerpunktes geleiftet wird, ift $Dg(1-\cos\vartheta)$, wo D das Drehmoment des Körpers in bezug auf die Drehachfe bedeutet. Es ift $\frac{1}{2}K\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2+Dg(1-\cos\vartheta)=\text{const}$, woraus durch Differentiation nach t: $K\frac{d\vartheta}{dt}\frac{d^2\vartheta}{dt^2}-Dg\sin\vartheta\frac{d\vartheta}{dt}=0$ oder $\frac{d^2\vartheta}{dt^2}-g\frac{D}{K}\sin\vartheta=0$ folgt. Es bewegt fich demnach das phyfifche Pendel wie ein mathematifches von der Länge $l=\frac{K}{D}$. Führt man den Trägheitsradius $\varkappa$ aus $K=M\varkappa^2$ und den Schwerpunktsbeftand a von der Drehachfe aus $D=Ma$ ein, fo wird $l=\frac{\varkappa^2}{a}$. Ift $\varkappa_0$ der Trägheitsradius für eine der Drehachfe parallele Achfe des Maffenmittelpunktes, fo ift $\varkappa^2=a^2+\varkappa_0^2$ und es wird durch Einführung dieles Wertes die Pendellänge $a+\frac{\varkappa_0^2}{a}=l$. Legt man in der durch die Drehachfe und den Schwerpunkt gehenden Ebene eine Parallele zur Drehachfe auf der Seite des Schwerpunktes im Abftande l und macht diefe zur Drehachfe, fo wird der Schwerpunktsabftand $a'=l-a=\frac{\varkappa^2}{a}$ und die neue Pendellänge $l'=a'+\frac{\varkappa^2}{a'}=\frac{\varkappa^2}{a}+a=l$. Sie ift alfo gleich der urfprünglichen Pendellänge und das Pendel fchwingt um beide Achfen gleich fchnell. Ein Pendel, das um zwei folche parallele reziproke Achfen fchwingen kann, die fich fo verfchieben laffen, daß die Schwingungen um beide gleich find, heißt ein Reverfionspendel. — Ueber das fogenannte Horizontalpendel f. Bd. 5, S. 137; vgl. a. [2] und [3].

Literatur: [1] Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 393—413, 421—430, und Bd. 2, S. 463—467. — [2] Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1893, Bd. 1, S. 417—422, 485—496, und Bd. 2, S. 134—137. — [3] Budde, Allgemeine Mechanik der Punkte und ftarren Syfteme, Berlin 1890, Bd. 1, S. 194—219, und Bd. 2, S. 665 bis 671.

(† Schell) Finfterwalder.

Pendel (Stützen), f. Auflager (Bd. 1, S. 354, 360) und Pendellager.

Pendelapparat dient zu den für die Zwecke der Erdmeffung (f. Erde) erforderlichen Schwerememungen. Es werden abfolute und relative Beftimmungen der Erdfchwere unterfchieden.

1. Zur **abfoluten** Beftimmung dient entweder das Fadenpendel, deffen endgültige Form von Beffel angegeben wurde [1], oder feit Bohnenberger (1811), Kater (1818) und Beffel das Reverfionspendel in verfchiedener Anordnung, z. B. das von Repfold nach Beffels Angaben angefertigte Pendel ([2] und [3]) oder deffen in [4] und [5] befchriebene Modifikation. Das Prinzip der Beobachtungsmethode und Apparate ift kurz das folgende. Aus der reduzierten, für das einfache oder mathematifche Pendel (f. d.) gültigen Gleichung $S=\pi\sqrt{l:g}$, worin S Schwingungszeit in Sekunden, l Pendellänge, g Erdfchwere am Beobachtungsort, ergibt fich $g=l\pi^2:S^2$. Zur abfoluten Beftimmung von g find demnach die Schwingungsdauer fowie die reduzierte oder mathematifche Pendellänge zu meffen, d. h. der Quotient aus Trägheitsmoment und ftatifchem Moment des phyfifchen oder zufammengefetzten Pendels in bezug auf die Drehungsachfe. Da die reduzierte Pendellänge für ein zufammengefetztes Pendel direkt nicht genügend genau beftimmt werden kann, hat man das obengenannte Reverfionspendel konftruiert. Diefes befitzt zwei parallele, vom Schwerpunkt ungleich weit entfernte Achfen, um die es mit der gleichen Schwingungsdauer fchwingt. Nach Huyghens ift die reduzierte Pendellänge dann gleich dem Abftande der beiden Achfen. Wegen der Theorie des Reverfionspendels vgl. [6]. Eine Ueberficht über die bei der internationalen Erdmeffung verwendeten Apparate geben die Berichte in [7]. — Für die Ausführung der abfoluten Beftimmungen ift der wichtigfte Grundfatz, alle konftanten Fehler zu vermeiden oder ihre Einflüffe möglichft genau zu ermitteln. Die letzten ausführlichften Meffungen, bei denen fünf verfchiedene Reverfionspendel zur Elimination der Fehlerquellen benutzt wurden, find von Kühnen und Furtwängler im Geodätifchen Inftitut in Potsdam ausgeführt worden [8]. Zur Durchführung abfoluter Meffungen find feite, entfprechend eingerichtete Obfervatorien erforderlich, fo daß fie auf einige Hauptpunkte befchränkt bleiben müffen. Weiteres f. [1]—[8].

2. Zu den **relativen** Beftimmungen benutzt man unveränderliche Halbfekundenpendel, die befonders durch v. Sterneck in eine äußerft kompendiöfe Form gebracht find. Dadurch ift die Ausführung der Pendelbeobachtungen auf Feldftationen ermöglicht worden. Für relative Meffungen nimmt man an, daß die Pendellänge nach entfprechender Reduktion unveränderlich ift. Dann folgt aus der unter 1. angegebenen Pendelgleichung die Beziehung $gS^2=K=$ Konftante. Werden demnach an verfchiedenen Orten der Erdoberfläche die Schwingungszeiten S_n eines unveränderlichen Pendels gemeffen, fo erhält man relative Werte für die Schwereintenfitäten g_n, bezogen auf einen beftimmten Vergleichsort (die Referenzftation) nach $g_n=K:S_n^2$. Ift g für die Referenzftation abfolut beftimmt, fo laffen fich aus den relativen Meffungen abfolute Werte ableiten. Bei diefen Meffungen handelt es fich alfo darum, die Beobachtungen auf einen Normalzuftand zu reduzieren. Dies ift in neuerer Zeit durch Anwendung von Pendelapparaten mit ftabil konftruierten, unveränderlichen Halbfekundenpendeln von rd. 0,25 m Länge fo einfach geworden, daß fchon in einer Beobachtungsperiode von 24 Stunden ein allen Anfprüchen genügender relativer Wert für g beftimmt werden kann. — Zu den in der Neuzeit in großem Umfange unternommenen Beobachtungen hat vielfach der v. Sterneckfche Apparat [9] gedient, deffen Einrichtung in folgendem kurz erläutert werden foll. Die wefentlichften Teile find die Pendel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nebſt Pendelſtativ und die Vorrichtung zur Beſtimmung der Schwingungsdauer, der Koinzidenzapparat und die Koinzidenzuhr. Die maſſiven Pendel mit 1 kg ſchweren Linſen aus vergoldetem Meſſing ſind 0,25 m lang. Sie ſchwingen auf Achatſchneiden. Dieſe ruhen auf einer Achatplatte, welche von einem ſtarken, aus einem Stück gegoſſenen Stativ in Form eines abgeſtutzten Kegels gehalten wird. Ueber der Aufhängevorrichtung tragen die Pendel den Pendelſpiegel; ſeine Fläche ſteht in der Ruhelage lotrecht. Zur Temperaturbeſtimmung dienen beſonders konſtruierte Pendelthermometer, mit denen das Stativ verſehen iſt. Das Stativ ſteht auf einem zerlegbaren Steinpfeiler. Die Teile des Pfeilers werden auf der Feldſtation durch Gips verbunden. Die Koinzidenzmethode zur Beſtimmung der Schwingungsdauer iſt eine Uebertragung des Noniusprinzips auf die Zeitmeſſung. Zur Anwendung der Methode iſt erforderlich, daß Uhr und Pendel annähernd gleiche Schwingungsdauer haben oder daß ſich wenigſtens das Verhältnis ihrer Schwingungsdauern annähernd durch kleine ganze Zahlen ausdrücken läßt, wie z. B. durch 1 : 2 für Halbſekundenpendel und Sekundenuhr. Nehmen wir den letzten Fall an, ſo entfallen auf n Uhrſchwingungen $2n \pm 1$ Pendelſchwingungen, wenn n eine große ganze Zahl iſt. Das Zeichen + oder — tritt ein, je nachdem die doppelte Pendelſchwingung etwas kürzer oder länger als eine Uhrſchwingung iſt. Die während der n Uhrſchwingungen verfließende Zeit heißt das Koinzidenzintervall c. Wenn Uhr und Pendel in einem beſtimmten Augenblick gleichzeitig durch die Ruhelage gehen, ſo wiederholt ſich dies jedesmal nach der Zeit c. Durch den Koinzidenzapparat können nun dieſe Zeitmomente, in denen Uhr und Pendel den gleichen Phasenunterſchied haben, beſtimmt werden, wodurch c geliefert wird. Aus c ergibt ſich die Schwingungszeit $s = (1 \pm 1 : [2c \mp 1]) : 2$, wobei die beiden Vorzeichen den obenangeführten beiden Möglichkeiten entſprechen. An der ſo berechneten Schwingungszeit ſind noch verſchiedene Verbeſſerungen anzubringen, zunächſt diejenige von Uhrzeit in Sternzeit, wozu telegraphiſche Vergleichung mit einer nach Sternzeit regulierten Normaluhr oder unmittelbare Zeitbeſtimmungen (ſ. d.) auf den Feldſtationen dienen können. Weitere Reduktionen ſind erforderlich wegen der thermiſchen Aenderungen des Pendels, des Einfluſſes der Luftdichte und der Amplitude, welche etwa 12—15′ beträgt. Die dieſen Einflüſſen entſprechenden Konſtanten werden durch beſondere Verſuche bei verſchiedenen Temperaturen und Luftdichten für jedes Pendel ſorgfältig ermittelt. Eine beſondere Beſtimmung erfordert ferner der Einfluß des Mitſchwingens von Stativ und Pfeiler, wodurch die Schwingungszeit vergrößert wird. Zur Ermittlung dienen verſchiedene Verfahren, z. B. ein am Stativ befeſtigtes zweites Pendel (Fadenpendel oder ſtarres Pendel); ſeine bei den Stativſchwingungen anwachſenden Amplituden geben ein Maß für die Reduktion ab. Ferner wird ein neuerdings ausgebildetes Wippverfahren angewendet. Der Pfeiler wird durch ein Dynamometer künſtlich in Schwingungen verſetzt, deren Uebertragung auf das Meſſungspendel ebenfalls zur Beſtimmung der Reduktion benutzt wird. Weiteres hierüber ſowie über die Theorie der Reduktionen, die Konſtantenbeſtimmung, die Form der Schneiden u. ſ. w. ſ. [10]. Der v. Sterneckſche Apparat iſt in ſeinen verſchiedenen Teilen mehrfach abgeändert und verbeſſert worden (ſ. [11]—[13], mehrere Pendel auf einem Stativ). In Frankreich iſt von Defforges ein Reverſionspendelapparat ganz beſonderer Anordnung zu relativen Meſſungen konſtruiert worden; vgl. hierzu [4], [5] und [14]. — Die Verſuche, den Schweremeſſungen eine noch größere Ausbreitung zu geben durch Einführung einfacher Schweredifferenzmeſſer (Barymeter, Bathometer) zur Interpolation von Zwiſchenpunkten auf die Pendelſtationen, haben bisher zu keinem Ergebnis geführt. Dagegen ſind in der Neuzeit Schweremeſſungen mit Siedethermometer und Queckſilberbarometer erfolgreich ausgeführt worden. S. Siedethermometer.

Literatur: [1] Beſſel, Unterſuchungen über die Länge des einfachen Sekundenpendels, Berlin 1826 (bequem zugänglich in Oſtwalds Klaſſikern der exakten Wiſſenſchaften, Nr. 7). — [2] Derſ., Konſtruktion eines ſymmetriſch geformten Pendels mit reziproken Achſen, Aſtronom. Nachrichten, 30, 1849. — [3] Veröffentlichungen des Geodät. Inſtituts, Bruhns, Aſtronom.-geodät. Arbeiten im Jahre 1870, Berlin 1871, S. 109. — [4] Internationale Erdmeſſung, Verhandl. in Nizza 1887, Beil. Vc, Berlin 1888. — [5] Defforges, Observation du pendule, Mémorial du dépôt général de la guerre 15, 1894. — [6] Veröffentl. d. Geodät. Inſtituts, Helmert, Beiträge zur Theorie des Reverſionspendels, Potsdam 1898. — [7] Verhandl. d. permanenten Kommiſſion und allgem. Konferenz der internat. Erdmeſſung (bis 1885 europ. Gradmeſſung) 1883, 1884, 1887, 1888, 1895, 1896, 1900, 1903, Berichte von v. Oppolzer, Helmert und Borraß. — [8] Veröffentl. d. Geodät. Inſtituts, Kühnen und Furtwängler, Beſtimmung der abſoluten Größe der Schwerkraft zu Potsdam mit Reverſionspendeln, Berlin 1906. — [9] Zeitſchr. f. Inſtr. 1888, S. 157, v. Sterneck, Der neue Pendelapparat des k. k. militär-geogr. Inſtituts. — [10] Furtwängler, Die Mechanik der einfachſten phyſikaliſchen Apparate und Verſuchsanordnungen, Encykl. d. mathem. Wiſſenſch., Bd. 4, Leipzig 1904, mit reichhaltiger Literaturangabe. — [11] Veröffentl. d. Geod. Inſtituts, Beſtimmung der Polhöhe und Intenſität der Schwerkraft von der Oſtſee bis zur Schneekoppe, Berlin 1896. — [12] Schumann, Aſtronom. Nachr., Bd. 140, S. 257, und Zeitſchr. f. Inſtr. 1897, S. 7. — [13] Haid, Zeitſchr. f. Inſtr. 1896, S. 193. — [14] Internat. Erdmeſſung, Verhandl. 1888, Beil. II c. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Pendelbeobachtungen, ſ. Pendelapparat.

Pendelinſtrumente, Bezeichnung für diejenigen einfachen Gefäll-, Neigungs- oder Höhenmeſſer, bei denen die Abſehlinie oder die Nullinie eines Gradbogens oder Kreiſes ſich durch entſprechende Gewichtsverteilung pendelartig in ihrer Ruhelage horizontal einſtellt; vgl. a. Freihandinſtrumente zum Nivellieren und Höhenmeſſen, Gefällmeſſer, Höhenmeſſer, Neigungsmeſſer. — Die Pendelwage iſt ein auf dieſem Prinzip beruhendes Nivellierinſtrument (ſ. Nivellieren), vor Erfindung der Libelle (ſ. d.) neben der Kanalwage (ſ. d.),

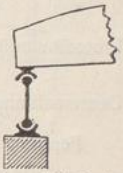
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zurzeit als Freihandinſtrument (ſ. d.) gebraucht. Einige ältere Formen derſelben ſ. [1]; wegen Pendelſpiegel ſ. d.

Literatur: [1] Vogler, Prakt. Geometrie, Bd. 2, S. 13, Braunſchweig 1894. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Pendellager, von manchen [1] auch als Stelzenlager bezeichnet, eine Art der beweglichen Auflager eiſerner Träger, bei welchen dieſe auf einer um ihren Fußpunkt drehbaren Stütze ruhen. Letztere hat an beiden Enden Zapfen- oder Kugelgelenke, ſo daß der Stützpunkt des Trägers eine Kreisbogenbewegung ausführt, wenn ſich die Trägerlänge ändert. Da hiermit auch eine Aenderung in der Höhenlage des Stützpunktes verbunden iſt, ſo wird ſich eine entſprechende Länge der Pendelſtütze als notwendig herausſtellen, um nicht zu große Höhenänderungen zu erhalten.

Bei Brücken mit mehreren Oeffnungen (Viadukten) hat man vielfach die Mittelpfeiler in ihrer ganzen Höhe als Pendelſtützen ausgebildet (ſ. Pfeiler, eiſerne, Pendelpfeiler). Auch bei Hängebrücken für die Auflagerung der Tragketten auf den Mittelpfeilern ſind Pendellager häufig zur Anwendung gekommen [3]. Bei der Brücke über den Firth-of-Forth ſind die frei ſchwebenden, 106,7 m weit geſpannten Mittelträger, die als Halbparabelträger ausgeführt ſind, auf die Enden der Kragträger mittels Pendelſäulen, die oben und unten Kugelgelenklager haben, geſtützt [2]. Eine gleiche Anordnung war auch für die Gelenkträger der Donaubrücke bei Czernavoda projektiert, iſt jedoch bei der Ausführung durch Walzenlager erſetzt worden. Die Pendellager haben den Vorteil, daß der Widerſtand gegen Verſchiebung ein ſehr geringer iſt; dieſer iſt um ſo kleiner, je größer die Länge des Pendels und je kleiner der Halbmeſſer der Drehzapfen gewählt wird. Man hat aber zu berückſichtigen, daß bei großen Temperaturunterſchieden eine Schiefſtellung des Pendels eintreten wird und daß dann der Widerſtand gegen eine Zurückführung in die normale Stellung weſentlich vergrößert iſt, da hierbei eine wenn auch kleine Hebung der Stützpunkte des Trägers erfolgen muß. Je größer die Spannweite, deſto größer iſt ſonach auch die Länge der Pendelſtütze zu nehmen.



Literatur: [1] Häfeler, Die eiſernen Brücken, 1. Lieferung, Braunſchweig 1888. — [2] Barkhauſen, G., Die Forthbrücke, Berlin 1889. — [3] Melan, Konſtruktion der Hängebrücken, im Handbuch der Ing.-Wiſſ., Bd. 2, 4. Abt., 2. Aufl., Leipzig 1888. *Melan.*

Pendelſpiegel, ein Pendelinſtrument (ſ. d.) zum Nivellieren für Querprofilaufnahmen u. ſ. w. Die horizontale Zielung wird gewonnen durch das Bild der Pupille in einem pendelartig in einem Gehäuſe aufgehängten, für die Durchſicht durchbrochenen Spiegel, welcher ſich lotrecht einſtellt. Der Gebrauch iſt derſelbe wie bei den andern Freihandinſtrumenten zum Nivellieren (ſ. d.); vgl. [1]. Wegen des ſogenannten Pendelſpiegels für die Koinzidenzmethode am Pendelapparat ſ. d.

Literatur: [1] Meydenbauer, Aufnahme von Querprofilen bei Eiſenbahnvorarbeiten mit dem Pendelſpiegel, Deutſche Bauztg. 1873, Nr. 92, S. 357. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Pendentif, ſ. v. w. Gewölbezwickel (ſ. Bd. 4, S. 521) bei dem Uebergang aus quadratiſchem oder polygonalem Grundriſſe in die Kuppel (ſ. Gewölbe, Bd. 4, S. 503); vgl. a. Trompe.

Die Literatur hierüber ſ. unter Kuppel, Bd. 5, S. 791, ſowie Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française etc., Paris 1868, Bd. 9, S. 311 ff. *Weinbrenner.*

Pennſche Sicherung, ſ. Schraubenſicherungen.

Penny, Mehrzahl Pence (d), engliſche Scheidemünze = $^1/_{12}$ Schilling oder 8 Pfennige.

Pennyweight (Dwt), engliſches Gewicht = $^1/_{240}$ Troypfund = 1,56 g.

Pentaeder (von Sylveſter und Steiner).

Nach Sylveſter läßt ſich die Gleichung jeder Fläche dritter Ordnung mittels fünf Kuben in folgender Weiſe darſtellen: $a z_1^3 + b z_2^3 + c z_3^3 + d z_4^3 + e z_5^3 = 0$, wo $z_1 = 0$; $z_2 = 0$; $z_3 = 0$; $z_4 = 0$; $z_5 = 0$ die Gleichungen von fünf Ebenen derart, daß $z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 = 0$. Dieſe fünf Ebenen bilden das genannte Pentaeder, deſſen zehn Ecken Knotenpunkte der Heſſeſchen Fläche ſind und deſſen zehn Kanten der letzteren angehören. *Wölffing.*

Pentagonal-Dodekaeder, ſ. v. w. Ikoſitetraeder, ſ. Polyeder.

Pentagonalzahlen, Zahlen von der Form $n : 2(3n - 1)$.

Pentoſen, ſ. Zuckerarten.

Peperan, ſ. Putzmittel.

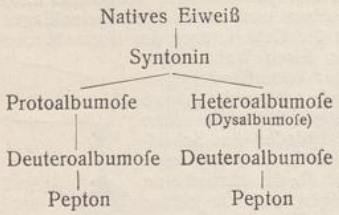
Peptaſe, ſ. Malz, Maltonweine.

Peptone, die Endprodukte der Spaltung nativer Eiweißſtoffe durch Fermente, durch Einwirkung verdünnter Säuren oder geſpannter Waſſerdämpfe, inſofern ſich dieſe Produkte durch ihr Verhalten (Biuretreaktion, Zuſammenſetzung und phyſiologiſches Verhalten) als noch zur Gruppe der Eiweißkörper gehörig erweiſen, alſo nicht weitergehend in einfachere Körper (Aminoſäuren u. ſ. w.) zerſetzt ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Albumoſen, Proteoſen oder Propeptone ſind die bei der Peptoniſierung des Eiweißes entſtehenden Zwiſchenprodukte. Für die Zwiſchen- und Uebergangsprodukte ſind ſchwer Grenzen zu ziehen; man rechnet daher zu den Peptonen die Eiweißkörper, die nicht ausgeſalzen werden können, zu den Albumoſen dagegen alle diejenigen Spaltungsprodukte der Eiweißkörper, welche ſich nicht mehr koagulieren laſſen und die mit Ammonſulfat (Kühne) oder Zinkſulfat (Bauer) bei ſaurer Reaktion ausgeſalzen werden können. Die Peptone und Albumoſen beſitzen noch die Struktur ihrer Stammſubſtanzen, der Eiweißkörper, ſie enthalten noch die beim Kochen mit Säure Tyroſin und Leucin gebenden Atomkomplexe und geben deshalb auch die durch die Gegenwart dieſer Körper bedingten Farbreaktionen der Eiweißkörper. Wie die Eiweißſtoffe vereinigen ſie ſich mit Baſen und Säuren zu ſalzähnlichen Verbindungen, welche mit Metallſalzen und Alkaloidreagenzien ſich ausfällen laſſen. Die Albumoſen teilt man ein in primäre und ſekundäre.

Die Peptone entſtehen durch Einwirkung des Magenſaftes bezw. von darin wirkſamem Pepſin und verdünnter Salzſäure bei 30—40° auf Eiweißſtoffe. Dieſe gehen in Löſung, ſie werden „verdaut“ und hierbei zunächſt in Syntonine oder Acidalbumine, dann in Albumoſen oder Propeptone und ſchließlich in Peptone umgewandelt. Dieſe werden daher aus den Eiweißſtoffen durch hydrolitiſche Spaltung gebildet, welche in ähnlicher Weiſe auch durch das Enzym des Pankreas, das Trypſin, ſowie durch Fäulnisfermente und durch Erhitzen von Eiweiß mit angeſäuertem Waſſer auf 100° bewirkt werden kann. Es ſcheint ſicher, daß die Peptone ſich im lebenden tieriſchen Organismus wieder zurück in gerinnbares Eiweiß verwandeln.



Da die Peptone für die Ernährung von Kranken ſehr gute Dienſte leiſten, ſo werden künſtliche Peptonpräparate oder Fleiſchpeptone in großem Maßſtabe dargeſtellt, indem Fleiſch- oder Eiweißſtoffe zunächſt mit ſehr verdünnter Salzſäure zur Quellung, danach durch längere Behandlung mit Pepſin im Waſſerbade bei 50—60° in Löſung gebracht werden. Die Löſung wird dann eingedickt und in zweckentſprechende Form gebracht.

Nach König unterſcheidet man:

a) Pepſinpeptone, durch Einwirkung von friſchem ſauerm Magenſaft von Schweinsmägen oder von trockenem Pepſinpulver unter Zuſatz von Salz- oder Weinſäure auf Eiweiß erhalten. Hierher gehören die Präparate von Witte, Finzelberg, Denayer, Jenſen, Cornelius.

b) Pankreaspeptone, durch Einwirkung von Pankreatin oder Trypſin auf Eiweißſtoffe in alkaliſcher Löſung erhalten — E. Merks Peptone.

c) Pflanzenpepſinpeptone, durch Einwirkung eines im Melonenbaum (Carica Papaya) enthaltenen Fermentes, des Papayotin oder Papayin, erhalten — Cibils Papaya-Fleiſchpeptone.

d) Fleiſchlöſungen, erhalten durch Einwirkung von überhitztem Waſſerdampf mit oder ohne Zuſatz von chemiſchen Löſungsmitteln — Leube-Roſenthalſche Fleiſchſolution, Puro von H. Scholl, die Fleiſchpeptone von Kemmerich & Koch, Fluidbeef von Savory & Moore, Toril, Somatoſe u. a.

Die Zuſammenſetzung dieſer künſtlich löslich gemachten Eiweißſtoffe iſt nach Art der Enzyme ſowie nach der Dauer und Art der Einwirkung eine ſchwankende. Analyſen ſ. in [1]. Vgl. a. Eiweißſtoffe.

Literatur: [1] König, Die menſchlichen Nahrungs- und Genußmittel, II, S. 544—550. — [2] Röttger, Lehrbuch der Nahrungsmittelchemie, Leipzig 1907. — [3] Hammarſten, Lehrbuch der phyſiologiſchen Chemie, Wiesbaden 1907. *Bujard.*

Perambulator, ſ. v. w. Meßrad (ſ. d.).

Perchlorate, Salze der Ueberchlorſäure $HClO_4$, der beſtändigſten Oxydationsſtufe des Chlors.

Alkaliperchlorate finden ſich in der Natur im chileniſchen Caliche, dem Rohmaterial für die Chiliſalpetergewinnung. Die Perchlorate zeichnen ſich durch große Beſtändigkeit aus, ſie werden durch konzentrierte Salzſäure ſelbſt beim Kochen und Abdampfen zur Trockene weder reduziert noch ſonſtwie verändert. Die Perchlorate, insbeſondere die Rubidium- und Cäſiumſalze, ſind ſehr ſchwer löslich. Techniſch wichtig iſt das Kaliumperchlorat, als weniger gefahrvoll zu handhabendes Erſatzmittel für chlorſaures Kalium in der Feuerwerkerei. *Bujard.*

Perebom, in blaues Papier gepacktes, mit Garn umſchnürtes Bleiweiß.

Perforieren, Perforiermaſchine, ſ. Lochen, Lochmaſchine, Bd. 6, S. 178, und Schnitt.

Pergament, aus tieriſcher Haut (ſ. Leder, Bd. 6, S. 108), aus dünnen vulkaniſierten Kautſchukplättchen (Kautſchukpergament) oder aus mit konzentrierter Schwefelſäure behandeltem Papier (Membranoid, Papyrin, vegetabiliſches Pergament, ſ. Papierſorten, S. 14) hergeſtellter Schreibſtoff, der früher ſehr viel zur Herſtellung wichtiger Aktenſtücke, heute mehr zu Büchereinbänden, Membranen u. ſ. w. benutzt wird. *Kraft.*

Perganſept, ſ. Papierſorten, S. 13.

Pergola, ein auf ſteinernen oder hölzernen Stützen ruhender Laubengang, deſſen Decke aus Latten beſteht, die mit wildem Wein oder andern Schlingpflanzen bewachſen iſt. Oft wird ſie mit dem Wohnhauſe in Verbindung gebracht, beſonders an Orten, von welchen man ſchöne Fernſicht genießt. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

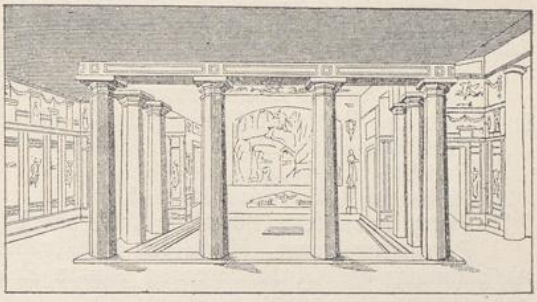
Peridot, f. Olivin.

Peridotit, an Olivin fehr reiches Geſtein, das außer diesem Mineral noch ein andres (Enſtatit, Hornblende, Biotit) enthält.

Olivinfels wird ein weſentlich nur aus Olivin (neben etwas Chromit) beſtehender Peridotit genannt. Lherzolith ſetzt ſich aus Olivin, Enſtatit und Diopſid zuſammen. Durch Zurücktreten des Olivins gehen manche Peridotite in Augitfels über. Die Peridotite ſind arm an Kieſelſäure (meiſt nicht über 40 %), Tonerde und Alkalien, reich an Magneſia und Eiſenoxyd, und ſpezifiſch ſchwer (meiſt über 3). Bei ihrer Zerſetzung liefern ſie vielfach Serpentin. Ihre Verbreitung iſt eine untergeordnete und deshalb ihre techniſche Verwendung beſchränkt (Kleinſchlag und Pflaſtermaterial für nicht ſchwere Belaſtungen). *Leppla.*

Periſkop, Sehapparat für Unterfeeboote (ſ. d.).

Periſtyl, ein von Säulengängen umgebener Hof der antiken Wohngebäude bezw. dieſer Säulengang ſelbſt, von dem aus die Haupträume wie Speiſeſäle u. ſ. w. zugänglich waren (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*



Hof im Hauſe des Aktäon zu Pompeji.

Perkal, leinwandartiges Baumwollgewebe, ſ. Weberei.

Perkinskeſſel, ſ. Schiffskeſſel.

Perkuſſionszünder, Aufſchlagzünder für Granaten; ſ. Munition.

Perlaſche, ſ. Pottaſche.

Perlé, ſ. Tuchforten.

Perlen, echte, runde, kugelige, birnen- oder warzenförmige Ausſcheidungen von Perlmutterſubſtanz durch den Mantel gewiſſer Weichtiere (Seeperlmuſchel, Meleagrina margaritifera, Flußperlmuſchel, Unio margaritifer) im Innern ihrer Schale.

Die Perlmutterſubſtanz, die von dem Tier ausgeſchieden wird, bedeckt die äußere Schicht der Schale, die aus quer zur Schalenoberfläche ſtehenden feinen Stäbchen von Kalkſpat zuſammengeſetzt iſt, und wird ſelbſt wieder von äußerſt feinen, ſchuppenförmig übereinander liegenden, dünnen Blättchen von kohlenſauerm Kalk in der Aragonitform gebildet. Dieſe Blättchen ſind ziemlich eben und der Innenfläche der Schale annähernd parallel gelagert, teilweiſe auch gebogen, und die von ihr gebildete Schaleninnenfläche zeigt infolge der geringen Größe und ſchuppigen Aufeinanderlagerung der Blättchen eine feine Streifung, die erſt unter ſtarker Vergrößerung ſichtbar wird, das gewöhnliche Tageslicht verſchieden widerſpiegelt und in ſeine einzelnen Farben zerlegt. In Verbindung mit dem durch die dünnen Blättchen erzeugten eigentümlichen Glanz wird ſo das Farbenſpiel der Perlmutterſubſtanz erzeugt. — Wenn in die Schale eines lebenden Tieres zwiſchen Mantel und Perlmutterſchicht ein Fremdkörper (Sandkorn) oder ein andres Tier (Paraſiten, Eingeweidewürmer, Waſſermilben, Algen) gerät oder wenn die Schale von außen durch Würmer oder Schwämme durchbohrt wird, ſo entſteht ein abnormer Reiz, der das Tier zu vermehrtem Abſatz von Perlmutterſubſtanz um dieſen Eindringling veranlaßt. Damit iſt die Bildung der Perle eingeleitet. Eine echte, freie Perle entſteht dann, wenn der Eindringling loſe iſt und ganz vom Mantel des Tieres umhüllt wird. Eine Perlenwarze entſteht, wenn der Fremdkörper feſt an der Schale klebt und die Abſcheidung um ihn herum feſt mit der Schale verwächſt. Verwendung, Wert, Faſſung und Gewinnung der echten Perlen ſ. die Literatur. Nachahmungen ſ. Fiſchperlen (Wachsperlen), Glasperlen.

Literatur: Bauer, Edelſteinkunde, Leipzig 1896; Möbius, Die echten Perlen, Hamburg 1858; Blum, Taſchenbuch der Edelſteinkunde, Leipzig 1887; Heßling, Perlmutter und Perlen, Leipzig 1859; Martens, Purpur und Perlen, Berlin 1874. *Leppla.*

Perleneſſenz, ſ. Fiſchperlen.

Perlfangware, ſ. Wirkerei.

Perlgewebe, auf Webſtühlen hergeſtellte Nachahmungen von Perlenhandſtickerei; ſ. Weberei.

Perlit, ſ. Eiſen, Bd. 3, S. 267.

Perlkopf, ſ. Weberei.

Perlmutter, die ſilberglänzenden, prächtig iriſierenden Schalen der orientaliſchen Seeperlmuſchel, auch von Seeſchnecken, beſonders von der Irismuſchel, in neueſter Zeit aber auch von im Miſſiſſippi in Maſſen vorkommender Muſcheln.

Für die Verarbeitung werden die Schalen womöglich unter Waſſer mit Uhrfederſägen in Platten zerſchnitten, auf der Drehbank abgedreht, geſchliffen und poliert. Perlmutter wird in großen Mengen zu Knöpfen, Doſen, Meſſerheften u. ſ. w. verarbeitet. Hauptſitz der Induſtrie war lange Zeit Wien, deſſen Export durch die in Nordamerika ſehr entwickelte Verarbeitung ein-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

heimiſcher Muſcheln ſtark gelitten hat. Nach Größe, Glanz und Farbe der Schalen unterſcheidet man: Kapital, groß, dick, gelblich, mit hohem Glanz; Makaſſar, rein, weiß, ſtark glänzend, bis 2,5 kg ſchwer und 27 cm lang; Manilla, gelblich, mit ſtarkem Glanz, flach, dick, bis 2 kg ſchwer; Aegyptiſche Perlmutter, bläulich, ſtark gekrümmt, 12 Stück ca. 0,5—1 kg; Oſtindiſche Perlmutter, gelbbraun, gekrümmt; Tahiti-Perlmutter, rotgrünlich, flach; Auckland-Perlmutter, grau; Panama-Perlmutter, bräunlich; Skarks Bay-Perlmutter, gelblich, ſehr dünn.

Künſtliche Perlmutter wird in der Weiſe hergeſtellt, daß man Gelatinefolie mit Perleneſſenz (ſ. Fiſchperlen) beſtreicht, dann mit Gelatinelöſung übergießt, trocknen läßt, hierauf das ſo behandelte Blatt in wäſſerige Alaunlöſung (1 Teil Alaun auf 18 Teile Waſſer) legt, mit verdünnter Pottaſchenlöſung abwäſcht und endlich trocknen läßt.

Literatur: Andés, Verarbeitung des Horns, der Perlmutter u. ſ. w., Wien 1885; Viktorin, Meeresprodukte, Wien 1906; v. Wobeſer, Anleitung zur Brillantperlmuttermalerei und Perlmutterimitation, Leipzig 1887. *Andés.*

Perlrädchen, ſ. Räderieren.

Perlrot, in der Zimmermalerei und im Buntdruck verwendete rote Lackfarbe oder mit Teerfarbſtoffen aufgefärbte Mennige (Zinnoberimitation)

Perlſinter (Kieſelſinter), ſ. Opal.

Perlſtab, ſ. Aſtragal.

Perlweiß, ſ. Wismutchlorid.

Perm, Permiſche Formation, ſ. Rotliegendes.

Permanentbraun, Name für eine braune Farbe von nicht beſtimmter Abſtammung; gewöhnlich werden braune Erdfarben (Umbraun) unter dieſer Bezeichnung abgegeben.

Permanentgelb, ſ. Zinkgelb; **Permanentgrün,** ſ. Chromfarben.

Permanentrot, ſ. Zinnobererſatz.

Permanentweiß (Barytweiß, Barytzinkweiß, Lithopone, Schwefelzinkweiß, Neuweiß), weiße, gut deckende, in ſchwefelwaſſerſtoffhaltiger Luft nicht ſchwarz werdende Körperfarbe von nicht gleicher Zuſammenſetzung, gefällter ſchwefelſaurer Baryt mit Schwefelzink, mit mehr oder weniger natürlichem ſchwefelſauerm Baryt (Schwerſpat) vermengt; hie und da wird auch noch Zinkweiß beigemiſcht, um die Deckkraft zu verbeſſern.

Im allgemeinen wird das Produkt dargeſtellt, indem man rohes Baryumſulfat (bereitet durch Glühen von Schwerſpatpulver mit Kohle) mit Waſſer auslaugt und die Löſung in zwei Teile teilt; die eine Hälfte verſetzt man mit Zinkchlorid, ſodann mit Zinkvitriollöſung und fügt zum Schluß die zweite Hälfte des gelöſten Baryumſulfids hinzu. Der erhaltene Niederſchlag, aus 1 Teil Baryumſulfat und 2 Teilen Zinkſulfid beſtehend, wird geſammelt, raſch getrocknet, in Retorten zum Glühen erhitzt und in noch heißem Zuſtande in kaltes Waſſer geworfen, wodurch die Dichte desſelben eine größere wird und damit die Deckkraft zunimmt, hierauf gewaſchen und gemahlen. Die Farbe ſoll hauptſächlich als Erſatz für Blei- und Zinkweiß dienen, beſitzt aber weder deren Weiße noch Deckkraft, und der Umſtand, daß das Weiß ſich im Sonnenlicht grau, ja ſelbſt braun färbt, iſt ein Hindernis in ſeiner Verwendung; die Beſtrebungen einiger Fabrikanten, dieſen letzteren Uebelſtand zu beſeitigen, ſind teilweiſe von Erfolg begleitet. In maßgebenden Kreiſen [1] iſt man zu der Erkenntnis gekommen, daß Lithopone das Bleiweiß nicht zu erſetzen vermag. Als Material für Innenanſtrich wird es ſeines verhältnismäßig billigen Preiſes halber vielfach verwendet und je nach Weiße und Deckkraft in verſchiedenen Sorten in den Handel gebracht. Die Fäſſer werden mit verſchiedenfarbigem Siegellack an über den Boden geſpannten Schnüren geſiegelt, und man unterſcheidet: Grün-, Rot-, Blau-, Gelb- und Schwarzſiegel mit ſteigendem Gehalt an ſchwefelſauerm Baryum.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 1721. *Andés.*

Permanganate, ſ. Manganſäuren.

Permeabilität des Bodens, ſ. Bodenphyſik, Bd. 2, S. 116; magnetiſche, ſ. Elektromagnetismus, Bd. 3, S. 420.

Permutation, die Bildung aller Anordnungen, in die eine Anzahl n von Elementen gebracht werden kann.

Beiſpiel: a, b, c liefert ſechs Permutationen: abc, acb, bac, bca, cab, cba. Eine Permutation heißt wohlgeordnet, wenn ſie die natürliche Reihenfolge der Elemente darſtellt. Als Inverſion bezeichnet man in einer Permutation die Stellung, in der ein höheres Element vor einem niedrigeren ſteht. In cab ſind z. B. ca und cb Inverſionen. Eine Permutation gehört zur erſten oder zweiten Hauptklaſſe, je nachdem ſie eine gerade oder ungerade Anzahl von Inverſionen enthält. Die Anzahl der Permutationen von n Elementen iſt $1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots (n-1)\, n = n!$ Befinden ſich unter denſelben jedoch Gruppen von je $\alpha, \beta \ldots$ gleichen Elementen, ſo iſt die Anzahl der Permutationen: $\frac{n!}{\alpha!\,\beta! \ldots}$. Die Permutationen finden hauptſächlich in der Theorie der Subſtitutionsgruppen und Gleichungen, in der Lehre von den Binomialkoeffizienten, in der Determinantentheorie und in der Wahrſcheinlichkeitsrechnung Verwendung. Literatur: ſ. Kombinationslehre. *Wölffing.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pernambukholz, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636.

Perpendikel eines Schiffes heißen die Vertikalen, welche durch den Schnittpunkt der Konſtruktionswaſſerlinie (CWL) mit der Hinterkante Hinterſteven bezw. Ruderachſe — hinteres Perpendikel — oder der Außenkante Sponnung am Vorſteven — vorderes Perpendikel — gezogen ſind. Die Länge des Schiffes zwiſchen dieſen Perpendikeln dient als Grundlage für die Schiffsberechnung (ſ. d.).

Perpetuum mobile, eine Vorrichtung, welche, nachdem ſie einmal in Bewegung geſetzt wäre, dieſe Bewegung ohne neue Einwirkung von außen immerfort behalten würde. Von der Abnutzung des Materials iſt dabei abgeſehen.

Jahrhundertelang bemühten ſich berufene und unberufene Köpfe, eine ſolche Vorrichtung zu erſinnen, worüber eine ausgedehnte Literatur entſtand, aus der unten einige Beiſpiele angeführt ſind [1], [2], [4]. Nach und nach brach ſich die Erkenntnis Bahn, daß jede Bewegung durch Reibung und ſonſtige Widerſtände mit der Zeit erſchöpft werden müſſe, und 1775 erklärte die Pariſer Akademie, vermeintliche Löſungen des Perpetuum mobile nicht mehr anzunehmen [3]. Auch dann galt noch keineswegs allgemein ein Perpetuum mobile für bedingungslos ausgeſchloſſen [4], [8]; mitunter kam man indirekt wieder auf ein ſolches. So ging Carnot bei der Begründung des zweiten Hauptſatzes der Wärmetheorie von der Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile aus [6], S. 21, kam aber infolge Behandlung der Wärme wie eines Stoffes zu Reſultaten, welche ein Perpetuum mobile möglich machen würden, indem die Wärme beim Uebergang von höherer zu niedrigerer Temperatur, ohne ſelbſt abzunehmen, Arbeit leiſten ſollte [6], S. 10, 37. Die richtige Faſſung des zweiten Hauptſatzes wurde dann von Clauſius gegeben [9] (vgl. Clauſiusſcher Grundſatz, Bd. 2, S. 471). Hirn vertrat noch 1858 die Anſicht, daß eine expanſionslos betriebene Dampfmaſchine ohne Aufwand von Wärme Arbeit leiſten könne [10]. Erſt mit der vollſtändigen Klarlegung und Beſtätigung des anfangs der vierziger Jahre des 19. Jahrhunderts durch Robert Mayer entdeckten Prinzips von der Erhaltung der Energie (ſ. Bd. 3, S. 449) wurde die Unmöglichkeit der Herſtellung eines Perpetuum mobile allſeitig anerkannt. Bezüglich der Frage, ob das Weltall ein Perpetuum mobile darſtelle, worauf man ſich mitunter berufen hatte [8], ſ. Entropie.

Literatur: [1] Gründlicher Bericht von dem durch Herrn Orffyreum glücklich inventirten Perpetuo-mobili, Leipzig 1715; Acta eruditorum, Leipzig 1715, S. 46. — [2] Neumann, Plan zur Erfindung derjenigen Maſchine, welche in der Mechanik das Perpetuum mobile genannt wird, Lübeck 1767. — [3] Mémoires de l'Académie 1775, S. 65. — [4] Hantſche, Nachricht von einer Maſchine, die in einem Perpetuum mobile beſteht, Dresden 1790. — [5] Montucla, Histoire des mathématiques, Paris 1799—1802 (III, S. 813). — [6] Carnot, Reflexions sur la puissance motrice du feu, Paris 1824. — [7] Poppe, Wunder der Mechanik, III, Tübingen 1832, S. 29. — [8] Gehler, Phyſikaliſches Wörterbuch, VII, Leipzig 1833 (Artikel Perpetuum mobile von Muncke). — [9] Clauſius, Ueber die bewegende Kraft der Wärme und die Geſetze, welche ſich daraus für die Wärmelehre ſelbſt ergeben, Poggendorffs Annalen 1850, LXXIX, S. 368, 500. — [10] Hirn, Recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur, Colmar 1858, S. 160, 196 u. ſ. w. — [11] Dirks, Perpetuum mobile, London 1861, Fortſetzung 1870. — [12] Daul, Das Perpetuum mobile, Wien 1899.

Weyrauch.

Perron, ſ. Bahnſteig; **Perrondächer,** ſ. Bahnſteigdächer.

Perrotinen, ſ. v. w. Plattendruckmaſchinen der Kattundruckerei; vgl. a. Zeugdruck.

Perſenning (Preſenning), ein waſſerdicht imprägniertes Segeltuch, das über Luken, Boote, Geſchütze u. ſ. w. gedeckt, bezw. gezurrt wird, um dieſe Teile vor Näſſe zu ſchützen.

T. Schwarz.

Perſienne, ſ. Fenſterladen.

Perſio, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 641.

Perſiſchgelb (Rauſchgelb), ſ. Arſenſulfide, Auripigment.

Perſiſchgrün, eine Miſchung von Schweinfurtergrün und Chromgelb.

Perſiſchrot, als Malerfarbe dienendes, fehr feines rotes Eiſenoxyd aus in Bengalen vorkommendem Eiſenerz oder aus Korallin dargeſtellte Lackfarbe in Pulverform.

Andés.

Perſonalfehler (perſönliche Gleichung). Die damit bezeichneten Erſcheinungen ſind für alle Beobachtungswiſſenſchaften im Intereſſe der Kritik unſrer Sinneswahrnehmungen von größter Wichtigkeit; allerdings ſind die durch die beobachtenden Perſönlichkeiten veranlaßten Fehler meiſt ſo gering, daß ſie nur bei der Vergleichung ſehr genauer Beobachtungen merkbar werden.

Die perſönlichen Fehler werden durch die Unvollkommenheit unſrer Sinne in die Reſultate der Beobachtungen hineingebracht. Sie ſetzen ſich im allgemeinen zuſammen aus dem nicht momentan In-Funktion-Treten unſrer Geſichts-, Gehör- und Taſtſinne. Bei verſchiedenen Perſonen ſind die Zeiten, die verſtreichen zwiſchen dem durch das Auge empfangenen Eindruck eines Phänomens und dem durch das Gehör auf die Uhr oder den Chronographen übertragenen Momente ſehr verſchieden. Dieſe Unterſchiede können bis zu 1 Sekunde und darüber gehen. Ebenſo iſt es mit Auge und Taſtſinn (vgl. Chronograph und Zeitbeſtimmung). Nicht nur mit Bezug

auf den Zeitunterſchied treten ſolche „perſönliche Fehler“ auf, ſondern auch bei der Schätzung von Helligkeiten der Geſtirne und, durch die verſchiedene Helligkeit wiederum beeinflußt, gewiſſe Zeitauffaſſungen. Auch bei der Ableſung von Teilungen ſpielt individuelle Auffaſſung eine Rolle, indem z. B. gewiſſe Unterabteilungen (d. h. Zehntelſchätzungen) von verſchiedenen Perſonen in ungleicher Weiſe gemacht werden. Auch hat ſich bei der Meſſung der Poſitionswinkel zwiſchen Doppelſternen, d. h. des Winkels, den die Verbindungslinie beider Sterne eines ſolchen Syſtems mit dem Stundenkreiſe machen, eine merkwürdig große Verſchiedenheit zwiſchen ſonſt ſehr geübten Beobachtern herausgeſtellt. Alle dieſe Fehler ſind aber nicht nur zwiſchen verſchiedenen Perſonen verſchieden, ſondern ſie erleiden auch merkbare Schwankungen, je nach der Tageszeit oder im Laufe der Jahre oder auch je nach der gerade vorhandenen Dispoſition des betreffenden Individuums. Man ſpricht von relativer oder ſchlechthin perſönlicher Gleichung und meint den Unterſchied zwiſchen zwei oder mehreren Perſonen; man kann aber auch von abſoluter perſönlicher Gleichung ſprechen, wenn man damit die Verſchiedenheit der Auffaſſung einer Perſon gegen den wirklichen Vorgang des Ereigniſſes meint. Sowohl die erſtere als auch die letztere zu meſſen gibt es eine größere Anzahl von Methoden; im letzteren Falle werden die Bedingungen nur dadurch erheblich erſchwert, als es eben nicht leicht iſt, in objektiver Weiſe den Eintritt eines Phänomens feſtzulegen. In der Aſtronomie, Phyſik und Phyſiologie ſpielen dieſe Vorgänge eine große Rolle, wenn es ſich darum handelt, Beobachtungsreſultate, die von verſchiedenen Perſonen und zu verſchiedenen Zeiten erlangt wurden, ſcharf miteinander vergleichbar zu machen. Ohne hier weiter auf die zum Teil ſehr ſchwierigen Fragen einzugehen, mag noch auf die äußerſt umfangreiche Literatur, von der nachſtehend einige beſondere Werke herausgegriffen ſind, hingewieſen werden. — Man hat auch mehrfach beſondere Apparate gebaut, die zur Beſtimmung der perſönlichen Gleichung dienen ſollen, und andre, die geeignet erſcheinen, deren Einfluß auf die Beobachtungen zu eliminieren.

Literatur: Zeitſchr. f. Verm. 1896, S. 103 ff. — Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiſſ., Berlin 1886, S. 1055. — Seeliger, Ueber den Einfluß dioptriſcher Fehler des Auges auf das Reſultat optiſcher Meſſungen, München 1886. — Hirſch, L'équation personelle, Neuchatel 1864. — Mém. Bd. 8 der Ann. Observ., Paris 1866. — The personal equation machine of the Royal Observ. Greenwich, Monthly Notices 1887. — Beſchreibung eines Apparats zur Beſtimmung des perſönlichen Fehlers bei Durchgangsbeobachtung, Haag 1889. — Abhandl. Königsberger Beobachtungen, 8. Abt., S. III, mit zwei Nachträgen in der 11. Abt., S. IV, 18. Abt., S. IV; aufgenommen in die Abhandlungen, herausgegeben von Engelmann, Bd. 3. Leipzig 1876, S. 300. — Dreyer, Personal Errors in Astronom. Transit Observ., Dublin 1876. — Wislicenus, Unterſuchungen über die abſoluten perſönlichen Fehler bei Durchgangsbeobachtungen, Leipzig 1888. — Stroobant (ſehr ſchöne Verſuche) in Carls Repert., Bd. 113 (1891), Nr. 15, und Bd. 115 (1892), Nr. 26. — André und Gonneſſiat, ebend. Bd. 114 (1892), S. 157 und 893. — Lagarde, Bull. Astron. (Tifferand), Bd. 12, 1895, S. 241. — Braun, Das Paſſagenmikrometer, Leipzig 1865. — Neuer Vorſchlag zur Vermeidung des perſönlichen Zeitfehlers bei Durchgangsbeobachtungen, Aſtron. Nachr. Nr. 2940, Bd. 123 (1890), S. 177. — Becker, ebend. Bd. 127 (1891), S. 185. — (Albrecht), Aſtronom.-geodät. Arbeiten erſter Ordnung, Längenbeſtimmungen, 1890, 1891, 1893, Berlin 1895 (Preuß. Geod. Inſtitut), S. 67. — Verhandlungen der Perm. Kommiſſion der internationalen Erdmeſſung zu Innsbruck 1894, Berlin 1895, S. 59/60, 229/30. — Repſold ſelbſt in Aſtron. Nachr., Bd. 141, Nr. 17 (Nr. 3377) 1896, mit Tafel; Richtigſtellung der Angaben von Albrecht. — Ambronn, L., Handbuch der aſtronom. Inſtrumentenkunde, Bd. 2, S. 1027 ff. — Struve, H., Ueber die Verbindung eines Uhrwerkes mit dem unperſönlichen Mikrometer von Repſold, Aſtron. Nachr. 1901, Bd. 155, Nr. 3719, und Vierteljahrsſchr. der Aſtron. Geſ., Bd. 33, S. 135. *Ambronn.*

Perſonatenſandſteine (Eiſenſandſteine), gelbe bis braune, feinkörnige glimmerreiche Sandſteine der unteren Stufe des braunen Jura (Dogger), in Schwaben (zwiſchen Aalen und Bopfingen). Sie werden von Toneiſenſandſteinen überlagert und als Hochbaumaterial benutzt. *Leppla.*

Perſonentunnel, ſchienenfreie, unter Eiſenbahngleiſen hindurchführende Fußwege zur Verbindung beiderſeitiger Straßen und Plätze oder zur Verbindung und als Zugang von Bahnſteigen, zu denen von der Tunnelſohle aus Treppen- oder Rampenaufgänge hergeſtellt werden. *Kübler.*

Perſonenwagen, ſ. Eiſenbahnwagen.

Perſonenzüge, ſ. Eiſenbahnbetrieb V, VI, Eiſenbahnverkehr II.

Perſpektiv, ein kleines Fernrohr.

Perſpektive, die Lehre der Darſtellung von Körpern nach dem Verfahren der Zentralprojektion (ſ. Projektionslehre, auch Literatur).

Je nachdem die Gegenſtände nach ihrer Geſtalt und der Beſchattung darzuſtellen ſind, dient die Linearperſpektive, für die Abſchwächung des Lichts und der Schatten bei zunehmender Entfernung vom Auge die Luftperſpektive. Liegt der Augenpunkt in gewöhnlicher Höhe, ſo nennt man die Darſtellung Feldperſpektive; liegt er etwas höher, ſo entſteht die Kavalierperſpektive, bei hoher Lage die Vogelperſpektive, bei ganz niederer Lage die Froſchperſpektive. *Weinbrenner.*

Perſpektiviſche Abbildungen, ſ. Abbildung, azimutale.

Perſpektiviſche Entwürfe, ſ. Kartenprojektion.

Perſpektivlineal, ſ. v. w. Kippregel beim Meßtiſch (ſ. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Perſpektograph, ein Apparat, welcher den Zweck hat, aus dem gegebenen Grundriß und Aufriß eines räumlichen Objektes deſſen perſpektiviſches Bild auf mechaniſchem Wege vermittelſt eines Zeichenſtiftes zu zeichnen, wenn man den Grundriß und Aufriß mit zwei Fahrſtiften durchfährt, die durch einen entſprechenden Mechanismus den Zeichenſtift bewegen.

Der erſte Perſpektograph dieſer Art wurde von G. Hauck [1] erfunden und nach E. Brauers Konſtruktion von Mechaniker Traiſer in Darmſtadt angefertigt [2]. Ein zweiter Perſpektograph, der aber nicht die gleiche Vollkommenheit wie der Hauckſche beſitzt, wurde von E. Ritter [3] erfunden und von der Firma Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt ausgeführt. Ein dritter Perſpektograph, der kompendiöſer als der Hauckſche iſt und ſich in gleichem Maße zweckmäßig erweiſt, wurde von P. Fiorini [4] erfunden. Die Mechanismen dieſer drei bis jetzt ausgeführten Perſpektographen ſind weſentlich verſchieden.

Literatur: [1] Verhandlungen der Phyſik. Geſellſchaft in Berlin, 16. Mai 1883, Nr. 8; eine Beſchreibung ſeines Perſpektographen hat G. Hauck mitgeteilt in der Feſtſchrift der Techniſchen Hochſchule zu Berlin, 2. Nov. 1884, S. 213. — [2] Die Konſtruktion dieſes Perſpektographen hat E. Brauer beſchrieben in der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, Bd. 35, S. 782. — [3] Ritter, E., Der Perſpektograph, 2. Aufl., Frankfurt 1884. — [4] L'Ingegneria civile e le arti industriali, Vol. 16, Ottobre 1890, Torino. *Burmeſter.*

Pertinenzien, Zubehör, nennt man alles, was zu einer Sache gehört, d. h. zur Benutzbarkeit derſelben notwendig iſt. Bei einem Hauſe ſind es nicht nur die niet- und nagelfeſten Teile, wie Parkettböden u. ſ. w., ſondern auch die Heizungseinrichtungen, Gas- und Waſſerleitungen u. dergl. *Weinbrenner.*

Peruſilber, ſ. Neuſilber.

Petinetmaſchine (Stechmaſchine), eine Vorrichtung am Wirkſtuhle zur Herſtellung durchbrochener Waren (Petinetmuſter).

Pétong, ſ. Weißkupfer.

Petroleum (auch Erdöl, Berg- oder Steinöl genannt). Ueber Vorkommen und Gewinnung des Petroleums ſowie Verwendung des bei der fraktionierten Deſtillation hinterbleibenden Rückſtands zu Heizzwecken ſ. Brennſtoffe.

Zu den im Art. Brennſtoffe bereits erwähnten Bildungsweiſen iſt nachzutragen, daß in der jüngſten Zeit die Syntheſe der Erdöle aus Acetylen und Waſſerſtoffgas nach der Methode von Sabatier und Senderenz gelungen iſt. Bringt man die durch Ueberleiten von Acetylen über feinverteiltes, ſchwacherhitztes Nickel ſich bildenden Dämpfe nach dem Zumiſchen von Waſſerſtoffgas abermals mit heißem Nickel in Berührung, ſo reſultiert ein Gemenge von Kohlenwaſſerſtoffen, das die Eigenſchaften des kaukaſiſchen Rohöls zeigt, während durch direkte Hydrogeniſation des Acetylens vermittelſt Nickels ein dem pennſylvaniſchen Rohöl ähnliches Produkt erhalten wird (Chem.-Ztg. 1907, S. 244).

Die zu Beleuchtungszwecken beſtimmte Fraktion des Rohpetroleums wird behufs Entfernung ſchwefelhaltender Beſtandteile mit konzentrierter Schwefelſäure, welche die Petroleumkohlenwaſſerſtoffe nicht angreift, durchgemiſcht und dann nach dem Abziehen des Bodenſatzes durch Waſchen mit Waſſer bezw. mit Natronlauge vollkommen entſäuert. Die an Schwefelverbindungen reicheren Limaöle laſſen ſich auf dieſem Wege nur unvollkommen entſchwefeln; ſie werden nach dem Vorgang von Frafch zunächſt mit Kupferoxyd bei höherer Temperatur behandelt und darauf mit Schwefelſäure gereinigt. Das „raffinierte Petroleum" ſiedet zwiſchen 150—300°, während das ſpezifiſche Gewicht zwiſchen 0,80 bis 0,87 ſchwankt. Das ruſſiſche Petroleum iſt ſpezifiſch ſchwerer als das amerikaniſche; es iſt jedoch weniger zähflüſſig als dieſes und bedarf auch einer reichlicheren Luftzufuhr beim Verbrennen in der Lampe. Petroleum, welches im Abelſchen Probeapparat unter 21° entflammbare Dämpfe entwickelt, darf im Deutſchen Reich nicht in den allgemeinen Verkehr gebracht werden. Produkte, aus welchen die niedrig ſiedenden, die Feuergefährlichkeit des Oels bedingenden Anteile vollkommener als aus der gewöhnlichen Handelsware (Standard oil bezw. Keroſin für ruſſiſche Oele) entfernt ſind, werden als Sicherheitsöl, Kaiſeröl, Aſtralöl u. ſ. w. bezeichnet.

Die niedrig (unter 150°) ſiedenden Anteile des Rohpetroleums kommen unter der Bezeichnung Petrolnaphtha oder Rohbenzin in den Handel. Dieſes Produkt ſtellt eine ſehr leicht entzündliche, farbloſe, mit Waſſer nicht miſchbare Flüſſigkeit vom ſpez. Gew. 0,65—0,75 dar, die aus einem Gemenge von Kohlenwaſſerſtoffen der Paraffin- bezw. der Naphthenreihe von verſchiedenen Siedepunkten beſteht. Wegen ihres großen Löſungsvermögens und ihrer Leichtflüchtigkeit wird die Naphtha vielfach als Fleckenwaſſer und zum Extrahieren von Oel, z. B. aus Palmkernen, Knochen u. ſ. w., benutzt; neuerdings ſpielt ſie auch eine ſtets wichtiger werdende Rolle als Material zur Gewinnung gereinigten Petrolbenzins, das auch kurzweg Benzin genannt wird. Die Reinigung des Rohbenzins erfolgt in beſonderen, wegen ihrer Feuergefährlichkeit iſoliert liegenden Benzinraffinerien in der Weiſe, daß die Flüſſigkeit nach einer Vorbehandlung mit Schwefelſäure und Natronlauge durch Deſtillation mit indirektem Dampf in drei Fraktionen und einen im Deſtilliergefäß hinterbleibenden Rückſtand zerlegt wird. Die erſte, von ca. 40 bis 70° ſiedende Fraktion, der ſogenannte Petroläther, — auch Gasäther, Gaſolin, Canadol, Cymogen, Neolin, Rhizolin genannt — dient hauptſächlich zur Erzeugung von autokarburierter Luft (Aerogen- oder Luftgas) und zum Karburieren von Waſſer- oder auch von Steinkohlengas; die zweite, von 70 bis 120° übergehende Fraktion, das (gereinigte) Benzin findet hauptſächlich zum Motorenbetrieb (ſogenanntes Autol) Verwendung. Außerdem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird es auch in den chemiſchen Waſchanſtalten zum Reinigen von getragenen Wollkleidern benutzt, wobei man der Flüſſigkeit meiſtens eine geringe Menge ölſaurer Magneſia (fogenanntes Antibenzinpyrin) zuſetzt, um Selbſtentzündungen vorzubeugen, die infolge der Entwicklung von Reibungselektrizität bei der Reinigungsoperation nicht ſelten vorkommen. Die dritte, von 120 bis 140° ſiedende, geringfügigere Fraktion, das Ligroin, eignet ſich zu Beleuchtungszwecken, wenn es in beſonderen Lampen verbrannt wird, während der über 140° ſiedende Deſtillationsrückſtand unter dem Namen Putzöl als billiger Erſatz für Terpentinöl zum Reinigen von eingefetteten Maſchinenteilen ſowie in der Lack- und Firnisfabrikation verwertet wird. Zum gefahrloſen Lagern aller dieſer und ähnlicher leichtentzündlicher Flüſſigkeiten, wie Benzol, Äther u. ſ. w., hat ſich das einen hohen Grad von Sicherheit gewährleiſtende Verfahren von der Maſchinenfabrik Martini & Hüneke, A.-G., in Hannover vorzüglich bewährt, und es wird bei Benutzung dieſes Verfahrens, bei welchem der Leerraum der Behälter anſtatt durch Luft jederzeit durch Kohlenſäure ausgefüllt iſt, von ſeiten der Polizeibehörden die Erlaubnis zum Aufbewahren größerer Mengen von Benzin u. ſ. w. ſelbſt in bewohnten Orten erteilt. Für kleinere Flüſſigkeitsmengen haben ſich auch die Salzkottener Gefäße, in welchen die Sicherung nach dem Prinzip der Davyſchen Sicherheitslampe erfolgt, und ähnliche Konſtruktionen als zweckentſprechend erwieſen und deshalb große Verbreitung gefunden.

Unter den aus Petrolrückſtänden beſtimmter Provenienz auf dem Wege der Deſtillation erhältlichen Produkten ſind die als Globöl, Oleonaphtha, Valvolin, Vulkanöl u. ſ. w. bezeichneten Schmieröle von beſonderer Wichtigkeit. Dieſe Mineralöle beſtehen ebenſo wie das in einzelnen Rohölen enthaltene Paraffin und Vaſeline aus mehr oder weniger zähflüſſigen chemiſch indifferenten Kohlenwaſſerſtoffen, welche keine Neigung zur Bildung von Harzen oder Säuren beſitzen und daher den pflanzlichen und mineraliſchen Schmierölen vielfach vorgezogen werden. Außer zu den bereits genannten Zwecken findet der Petrolrückſtand ſowohl für ſich als auch im Gemenge mit Rohöl gelegentlich als Mittel zum Desinfizieren von Abort- und Senkgruben ſowie zur Verhütung der Bildung von Straßenſtaub Verwendung. S. a. Straßenölung.

In bezug auf die Produktion von Petroleum iſt zu bemerken, daß dieſelbe im Jahr 1904 insgeſamt 30 000 000 t betrug. Davon entfallen auf:

Vereinigte Staaten von Nordamerika	15 800 000 t	Rumänien	497 000 t
Rußland	11 000 000 t	Japan	203 000 t
Indien	1 000 000 t	Deutſches Reich	90 000 t
Galizien	827 000 t	Kanada	68 000 t

Die Einfuhr von Petroleum einſchließlich Naphtha und Schmieröle in das Deutſche Reich erreichte im Jahr 1902 einen Wert von 93 000 000 ℳ, wovon 65 500 000 ℳ auf Leuchtpetroleum entfallen.

Literatur: [1] Höfer, Das Erdöl, Braunſchweig 1906. — [2] Krojatowsky-Rakuſin, Naphtha und ihre Produkte. — [3] Holde, Unterſuchung der Mineralöle und Fette, Berlin 1905. — [4] Kißling, R., Das Erdöl, ſeine Verarbeitung und ſeine Verwendung, Halle a. S. *Häußermann.*

Die für Beleuchtungszwecke verwendeten Petroleumſorten ſind teils reine Erdöle, teils Miſchöle. Nachdem lange Zeit das amerikaniſche Erdöl den Markt beherrſchte, finden neuerdings die europäiſchen Petroleumſorten, die den amerikaniſchen keineswegs nachſtehen, immer weitere Verbreitung. Die Eigenſchaften der in Deutſchland im Handel befindlichen Erdölarten ſind nach Unterſuchungen des Oelchemikers Proeßdorf in nachſtehender Tabelle zuſammengeſtellt:

Fabrikant oder Händler	Petroleumart	Spez. Gewicht bei 15° C.	Viskoſität bei 20° C.	Entflammungspunkt nach Abel in Celſiusgraden
Pure Oil Co., Hamburg	Rein Pennſylvania-Petroleum	0,799	1,199	27
D.A.P. und M.B.P.*)	Amerikaniſches Family Oil, Miſchöl	0,8028	1,197	23
Petroleum-Produkte, A.-G., Hamburg	Amerikaniſches Petroleum, Miſchöl (1/2 Pennſylvania- und 1/2 Texas-Petroleum)	0,810	1,117	27,5
Deutſche Großhändler	Miſchöl (1/2 Pennſylvania- und 1/2 galiziſches Petroleum)	0,806	1,135	27
„ „	Miſchöl (1/2 Pennſylvania- und 1/2 ruſſiſches Petroleum)	0,8118	1,158	28
Deutſch-Ruſſiſche Naphtha-Import-Geſellſchaft, Berlin	Meteor 0,81	0,81	1,062	28,5
	Meteor 0,799	0,7987	1,079	30
	Nobel 0,824	0,824	1,216	30,5
A.G.M.**), Wien	Galiziſches Petroleum	0,811	1,105	31
Petroleum-Produkte, A.-G., Hamburg	Rumäniſches Petroleum (leicht)	0,805	1,082	25
„ „ „ „	„ „ (ſchwer)	0,81	1,038	27,5
	Texas-Miſchöl mit Pennſylvania-Petr.	0,82	1,098	28,5

*) D.A.P. = Deutſch-Amerikaniſche Petroleum-Geſellſchaft. M.B.P. = Mannheim-Bremer Petroleumgeſellſchaft.
**) A.G.M. = Aktiengeſellſchaft für öſterreichiſche und ungariſche Mineralölprodukte, Wien.

Literatur: Proeßdorf, C., Phyſikaliſch-photometriſche Unterſuchungen der gewöhnlichen Leuchtpetroleumarten, Altenburg 1905; Zeitſchr. „Petroleum“, Berlin. *H. Weber.*

Petroleumfarben enthalten als weſentlichen Beſtandteil des dabei verwendeten Bindemittels Petroleum.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Da letzteres bei gewöhnlicher Temperatur schwer flüchtig ist, so benötigen die Farben lange Zeit zum Trocknen und werden kaum irgend welche Bedeutung für die Praxis erlangen; auch für Kunstzwecke haben sie keine Anwendung gefunden. *Andés.*

Petroleumglühlicht, Vorrichtung zur Beleuchtung (eventuell zum Heizen) mittels Petroleumdampf-Luftgemisches, das nach Entzündung über einem Bunsenbrenner einen Auerglühkörper zum Leuchten bringt.

Das Petroleum (oder dessen Destillate: Benzin, Ligroin, Gasolin u. s. w.) wird mittels Dochts, durch künstlich erhöhten Luftdruck, durch Flüssigkeitsüberdruck oder durch den reduzierten Druck flüssiger Kohlensäure heißen (vorerwärmten) Metallflächen — dem Verdampfer, fälschlich auch Vergaser genannt — zugeleitet, an denen es verdampft. Der oft auch noch überhitzte Petroleumdampf vermengt sich sodann im Mischraum des Brenners mit Luft und tritt durch den Brennerkopf unter den Glühkörper. Die weitere Verdampfung wird entweder durch die Bunsenflamme, durch besondere Hilfsflammen oder durch die Wärmeausstrahlung des Glühkörpers und die abziehenden heißen Verbrennungsgase aufrechterhalten.

Petroleumglühlicht findet als kleine Dochtlampe (Schwachlichter mit 25—150 Kerzen) im Hausgebrauch als Tisch-, Wand- und Hängelampe beschränkte Verwendung; dochtlose Glühlichtbrenner werden als Starklichtlampen mit 200—1500 Kerzen zur Hallen- und Straßenbeleuchtung, insbesondere auch als Hochmastlaternen in ausgedehntem Maße zur Bahnhofbeleuchtung angewendet. — Das zur Speisung von Glühlichtbrennern geeignete Petroleum muß in erster Linie rein sein und soll bei der Verdampfung nur wenig Rückstände hinterlassen; es darf auch bei — 20° C. noch nicht erstarren. Russisches Erdöl ist daher bei den meisten Petroleumstarklichtlampen (ohne Docht) dem amerikanischen Petroleum vorzuziehen. Hinsichtlich der sonstigen Erfordernisse für Petroleum vgl. Oellampen, Bd. 6, S. 767.

Kleine Petroleumglühlichtbrenner mit Saugdocht zeigen im wesentlichen dieselbe Bauart wie die verbesserten Luftzuglampen (s. Oellampen). Die Zufuhr der Verbrennungsluft wird jedoch so reichlich bemessen, daß sämtliche Kohlenstoffteilchen der Flamme verbrennen und dadurch eine größtmögliche Heizkraft der entleuchteten Flamme erreicht wird (Blaubrenner). Die Verdampfung des zur Erzeugung der Blauflamme erforderlichen Erdöls wird durch die mit der Flamme in Berührung stehenden Metallteile des Brenners eingeleitet, die einen Teil der bei der Verbrennung entstehenden Wärme auf den mit Erdöl getränkten Saugdocht überträgt. Die zugeleitete Verbrennungsluft kühlt anderseits die Brennerteile wieder derart, daß eine zu große Wärmeübertragung auf den Docht und damit eine allzu reichliche Verdampfung des Kohlenwasserstoffes vermieden wird, die sonst ein Verrußen des Glühkörpers zur Folge hätte. Diese Abkühlung der Brennerteile mittels der durchgeleiteten Verbrennungsluft bewirkt auch gleichzeitig eine sehr erwünschte Vorwärmung der letzteren.

Die Bauart eines guten Petroleumglühlichtbrenners muß also die Verdampfung des Brennstoffs und die Zufuhr vorerwärmter Verbrennungsluft in ein ganz bestimmtes Verhältnis bringen, das auch durch Temperaturunterschiede der Außenluft und durch Zugluft nicht wesentlich geändert werden darf. Zu den zurzeit bekanntesten Glühlichtbrennern mit Docht zählen: „ABC-Brenner“ (Hurwitz), „Fellboelin“ (Boellert), „Kronos“ (Schneider), „Popesku“, „Praktikus“ (Eckel & Glinike), „Sarto“ (Butzke), „Vita“ (Kindermann).

Bei dem für Dochtlampen typischen „Kronos“-Brenner (Fig. 1) sind zwecks genügender Zufuhr von Verbrennungsluft der Brennerkorb *a* sowie die siebkorbartige Brandscheibe *b* stark durchbrochen; der Zugzylinder *c* ist zur Erreichung desselben Ziels nach oben leicht verjüngt und genügend hoch bemessen. Zur leichteren Verdampfung des Erdöls wird über die freie, über das Brennerrohr herausragende Dochtoberfläche eine mehrfach durchlochte metallene Hülse *d* — der sogenannte Vergaser — gestülpt. Die bei der Verdampfung entstehenden Erdölrückstände setzen sich als Kruste auf der freien Dochtoberfläche ab und müssen jeweils beim Herrichten der Lampe durch Abwischen (nicht durch Beschneiden) des Dochts entfernt werden. Der Glühkörper *e* wird mit seitlichem Träger *f* an der Zylindergalerie *g* befestigt. Letztere wird zur Bedienung der Lampe abgenommen oder mittels Hebelschlüssels *h* hochgehoben. Der Dochtschlüssel *i* wird oft auch mit Feststellvorrichtung versehen, durch die eine unbeabsichtigte Lageänderung des Dochtes während der Brennzeit der Lampe vermieden werden soll. Alle Glühlichtbrenner mit Docht erfordern für ein rußfreies Brennen ein peinliches Reinhalten der Dochtoberfläche und der Luftzuführungsöffnungen. Nach dem Anzünden muß die Flamme stets kurze Zeit bis zur Erwärmung der Brennerteile klein brennen, damit ein Nachziehen (Blaken) des später auf volle Lichtstärke einzustellenden Flammenmantels vermieden wird. Der Glühkörper darf nur aus einem leichten, nicht zu stark imprägnierten Gewebe bestehen, das sich der äußeren Flammenzone des Brenners genau anpassen muß.

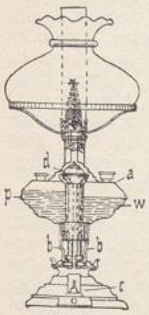


Fig. 2.



Fig. 1.

Zu den kleinen dochtlosen Petroleumglühlichtbrennern gehört der Altmann-Brenner (Fig. 2), der ein Gemisch von Petroleum- und Wasserdampf verbrennt. Aus dem geteilten Lampenbehälter *a* fließt dem U-förmigen Verdampferrohre *b* Petroleum *p* und Wasser *w* zu, das durch eine im Lampenfuß untergebrachte kleine, ständig brennende Erdöllampe *c* zur Verdampfung gebracht wird. Wasser- und Petroleumdampf mischen sich in dem Sammler *d* und strömen durch eine gemeinschaftliche Düse in das Mischrohr eines Bunsenbrenners, über dem das Gemisch, zur Entzündung gebracht, den Glühstrumpf zum Leuchten bringt. Die Regelung des Dampf-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gemiſches geſchieht durch Verſchieben des Hilfsbrenners *c*, womit entweder die Verdampfung des Waſſers oder die des Petroleums geſteigert bezw. verringert werden kann.

Petroleumſtarklichtlampen werden durchweg als dochtloſe Lampen gebaut; das Erdöl wird hier einem über oder neben dem Glühkörper angeordneten, mittels beſonderer Hilfsflamme vorgewärmten Verdampferrohr zugeleitet, das, mit oder ohne Filtereinſatz, die Verdampfungsrückſtände feſthält, während der Petroleumdampf aus einer feſten oder reglungsfähigen Düſe durch eine Miſchkammer unter den Brennerkopf tritt, über dem das noch an der Vorwärmeflamme entzündete Dampfluftgemiſch den Glühkörper zum Leuchten bringt.

Meenen hat eine feiner Spirituslampe (vgl. Spiritusglühlicht) ähnliche Petroleumſtarklichtlampe „Säkular P. 400“ gebaut, bei der das Erdöl aus einem am Lampenkamin angebrachten Behälter dem Verdampfer zufließt. Die mit feſter Düſe verſehene Verdampferhülſe umſchließt eine mit Sandkörnern gefüllte auswechſelbare Siebröhre als Filter. Durch das anſchließende weite, U-förmig geſtaltete Miſchrohr gelangt die Petroleumdampf-Luftmiſchung zum Brenner. Die Vorwärmung geſchieht entweder durch eine mit Spiritus getränkte und entflammte Lunte, die unter den Verdampfer gebracht wird, oder durch Entzünden von Spiritus, der aus einem beſonderen Behälter durch Meßhahn einer ringförmigen, unter dem Verdampfer angeordneten Schale zugeführt wurde.

Aehnlich dieſer „Säkular“-Lampe arbeitet die „Stobwaſſer“-Petroleumſtarklichtlampe. Auch hier fließt das Erdöl aus dem über der Laterne angeordneten Behälter einem ∩-förmigen, eng um den Glühkörper angeordneten Verdampfer zu; das dünnwandige Verdampferrohr geringen Querſchnitts ſchließt den auswechſelbaren Filtereinſatz mit Hanfſeele ein.

Während die bisher genannten Starklichtlampen ohne Nebenanlage arbeiten, bedürfen die folgenden, irrtümlich auch als „Petroleumpreßgaslampen“ bezeichneten Starklichter beſonderer Einrichtung, um den Brennern das Erdöl unter hohem Druck zuzuführen. Dieſe Druckanlage kann entweder mit der Lampe (Laterne) unmittelbar verbunden oder auch für eine oder mehrere Lampen örtlich getrennt aufgeſtellt ſein und mit den Starklichtbrennern durch dünne, biegſame Rohrleitung in Verbindung ſtehen. Als Druckmittel werden gepreßte Luft und flüſſige Kohlenſäure verwendet.

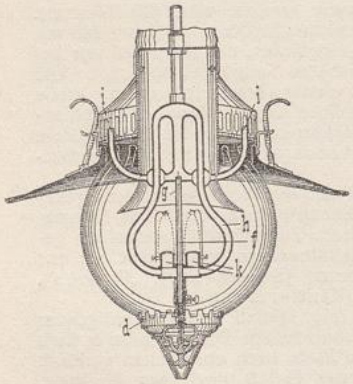


Fig. 4.

Bei der „Waſhington“-Lampe (Fig. 3 und 4) kann Erdöl jeder Art mittels einer Handpumpe *a* aus einem Siebeimer *e* in einen geſchweißten eiſernen Behälter *b* gepumpt und gleichzeitig unter einen Luftüberdruck von 4 Atmoſphären gebracht werden. Unter dieſem Drucke ſtrömt das Erdöl nach Oeffnen des Ventils *c* durch ein Tombakrohr *d* dem Verdampfer *f* — Vaporiſator — zu. Dieſer beſteht aus einem ſtarkwandigen zylindriſchen Rohr mit ſtählernem Düſenkopf, deſſen Ausſtrömungsöffnung durch die Spitze einer durch das Verdampferrohr geführten Stahlnadel *g* regulierbar iſt. Der Verdampfer, der zwecks Reinigung zerlegbar iſt, iſt zwiſchen den Glühkörpern angeordnet und in ein lyraförmiges Miſchrohr *h* derart eingeführt, daß der austretende Dampfſtrahl die ſeitlich (bei *i*) eintretende Luft injektorartig anreißt und ſich mit dieſer auf dem Wege zu den Brennerköpfen *k* innig miſcht. Dieſe Brenneranordnung wird in der Regel in eine Kugellaterne mit Reflektor und hohem Kamin eingebaut. Zur Vorwärmung des Verdampfers werden zwei mit Aſbeſt gepackte Anzünder (Fig. 5) in Spiritus getränkt, entzündet und zwiſchen die Glühkörper und das Vaporiſatorrohr eingehängt. Die Waſhington-Lichtgeſellſchaft, Elberfeld, bringt Ein-, Zwei- und Dreibrennerlampen in verſchiedenſter Ausführung in den Handel.

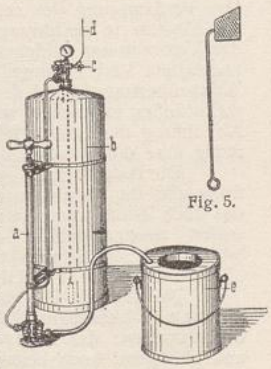


Fig. 5.

Fig. 3.

Das „Spiellicht“ arbeitet ebenfalls mit Luftüberdruck; die Bauart der Lampe gleicht der der Säkularlampe, nur iſt deren Verdampfer durch einen über dem Glühkörper liegend angeordneten Vaporiſator mit verſtellbarer Düſe erſetzt, deſſen Ausführung ſich an die des Verdampfers der „Waſhington“-Lampe anlehnt.

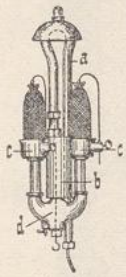


Fig. 6.

Die Bauart der „Kinley“-Lampe gleicht ebenfalls der der „Waſhington“-Lampe; nur die Verdampferkonſtruktion (Fig. 6) iſt von dieſer weſentlich verſchieden. Das Verdampferrohr *a* iſt ∩-förmig gebogen zwiſchen den beiden Glühkörpern angeordnet. Der Anſchluß der Erdölzuleitung erfolgt an dem längeren Schenkel des Verdampfers; der kürzere endet in einer eingeſchraubten Stahldüſe mit feſter Oeffnung, durch die der Petroleumdampf in ein kurzes Miſchrohr *b* eintritt und ſich, mit Luft vermiſcht, nach den beiden Brennern *c* verteilt. In dem Verdampfer iſt unmittelbar über der Düſe ein Röhrenfilter eingebaut, der ein Verſtopfen der Düſenöffnung durch mitgeriſſene Verdampfungsrückſtände (Koketeilchen) verhindern ſoll. Die Düſenöffnung kann außerdem mittels einer beſonders geführten Nadel *d* gereinigt werden. Zum Vorwärmen wird ein Spiritusanzünder, ähnlich dem der „Waſhington“-Lampe, um das Vergaferrohr gelegt. Neuere Brenner ähnlicher Bauart, die jedoch mit geringerem

Druck (1 Atmosphäre) arbeiten, bringen jetzt die Standard-Licht-Gesellschaft und die Continental-Licht-Gesellschaft, beide in Frankfurt a. M. auf den Markt.

Bei der „Kraume"-Lampe der Washington-Lichtgesellschaft (Fig. 7) wird wieder in der bekannten Anordnung (Fig. 3) Luft als Druckmittel, jedoch nur unter einem Ueberdruck von 0,75—1,5 Atmosphären, benutzt. Der schräg ansteigend über dem von einem Glaszylinder umgebenen Glühkörper angeordnete, sehr kräftig und einfach gebaute Verdampfer *a* enthält ein auswechselbares Drahtnetzfilter. Das durch dieses gepreßte Erdöl tritt durch eine Stahldüse in ein gegen den Brennerkopf erweitertes Mischrohr *b*. Zum Vorwärmen dient ein Fig. 5 ähnlicher Spiritusanzünder, der auf eine unmittelbar unter dem Verdampfer angeordnete Rast *c* aufgelegt wird. — Die Reflektorlaterne erhält eine helle oder matte, halbkugelförmige Glasglocke.

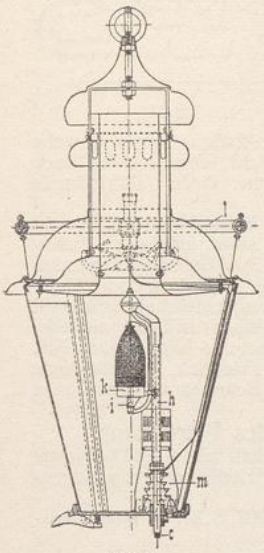


Fig. 9.

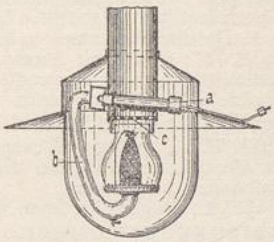


Fig. 7.

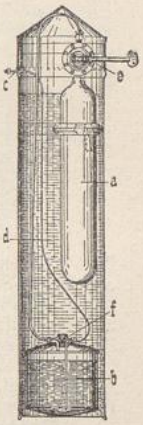


Fig. 8.

Die von der Aktiengesellschaft zur Verwertung der Patente Mavrogordato in Basel hergestellte Starklichtlampe vereinigt mit der Laterne Erdöl- und Benzinbehälter. — Der Luftkessel für einen Ueberdruck bis 10 Atmosphären und einen reduzierten Betriebsdruck von 2—3 Atmosphären (je nach Brennergröße) ist getrennt von der Laterne angebracht. Dem Lampenbehälter wird die Druckluft durch einen starkwandigen Gummischlauch zugeführt. Durch ein unter der Lampe eingebautes Wechselventil wird die Luft bei der Inbetriebnahme der Lampe zunächst über den Benzinbehälter geführt, in diesem mit Benzindämpfen angereichert und das derart erzeugte Luftgas nach Entzündung über dem Stichflammenbrenner zur Vorwärmung des Verdampfers benutzt. Dieser arbeitet mit einem Stabfilter und einem durch den Brennerkopf geführten Ueberhitzerrohr. Batterien dieser Verdampfer größter Bauart werden auch mit gutem Erfolg zur Heizung von Dampfkesseln, insbesondere von Schiffskesseln, verwendet.

Bei der „Keroslampe" von H. Schneider, A.-G. (Fig. 8 und 9), wird mittels des auf 2 Atmosphären verminderten Drucks einer mit flüssiger Kohlensäure gefüllten Stahlflasche *a* von 2—5 kg Inhalt das russische Erdöl aus einem besonderen Druckgefäß *b* durch ein Tombakrohr *c* mit 2 mm lichter Weite der Lampe (Fig. 9) zugeführt. Kohlensäureflasche und Druckgefäß sind in dem etwa 30 (bezw. 60) l fassenden Erdölbehälter *d* eingebaut, das Reduzierventil *e* der Kohlensäureflasche bildet gleichzeitig eine Art Dreiweghahn; der Druckbehälter ist mit einem Rückschlagventil *f* versehen. Das im Erdölbehälter über dem Druckgefäß lagernde Petroleum tritt in letzteres durch das zunächst offene Rückschlagventil infolge des Druckes der Flüssigkeitssäule ein. Nach dem Oeffnen des Ventils *e* der Kohlensäureflasche entsteht im Druckgefäß ein Ueberdruck, durch den sich das Rückschlagventil schließt und der nun das im Druckgefäß eingeschlossene Erdöl durch die Rohrleitung *c* zum Verdampfer der Lampe preßt. Soll die Lampe abgestellt werden, so wird das Kohlensäureventil *e* geschlossen; die im Druckgefäß enthaltene Kohlensäure entweicht durch die Dreiwegeinrichtung des Ventils *e*, das Erdöl in der Lampenleitung *c* tritt in das Druckgefäß zurück, das sich nach der Entlastung des Ventils *f* vom Kohlensäuredruck wieder in der obengeschilderten Weise nachfüllt. Bei der Inbetriebnahme der Lampe (Fig. 9) wird das Petroleum einem Verdampfer *h* zugeleitet. Das verschraubbare Rohr nimmt eine mit Sand gefüllte Filterhülse auf und endet in eine hartverlötete Kugel, die mit der Düse *i* durch ein dünnes Ueberhitzerrohr in Verbindung steht. In geringer Entfernung über der unveränderlichen Düsenöffnung ist der Brennerkopf mit Mischkammer *k* angeordnet. Die Vorwärmeeinrichtung umgibt das aufsteigende Verdampferrohr; sie besteht aus einem über der Laterne angeordneten ringförmigen Vorratsbehälter *l*, aus dem der Spiritus nach Oeffnen des Hahns *ZA* mehreren übereinander angeordneten Schalen *m* zufließt und mittels eines durch die Bodenklappe geführten Anzünders zur Entzündung gebracht werden kann.

Die Firma H. Schneider, A.-G., Leipzig, stellt die Keroslampen in zwei Größen mit 200 und 700 Kerzen in verschiedenen Laternenformen, auch für Luftdruckbetrieb und mit Vorwärmung durch Gas her.

Eine Petroleumstarklichtlampe mit einem der Keroslampe ähnlichen Verdampfer, jedoch nur mit Luftdruck unter Einschaltung ihres bekannten Reduzierventils (vgl. Eisenbahnwagen, Bd. 3, S. 340) wird von J. Pintsch, Berlin, gebaut. Vor die Ausströmungsöffnung der Düse wird ein auswechselbares Drahtsiebfilter gebracht, das ein Verstopfen der Düse verhindern soll. Die Vorwärmung erfolgt durch zwei in die Laterne einzustellende Spiritusdampflampen mit eigenartig verlängertem Brennerkopf. Die Petroleumstarklichtlampen haben sich in letzter Zeit auch die Erfolge der Invertglühlichtbrenner zunutze gemacht (Fig. 10). Der Verdampfer *a* wird hierbei möglichst nahe an das mit großer Mischkammer versehene Brennerrohr *b* gebracht. Petroleuminvertbrenner arbeiten fast ausschließlich mit Ueberhitzung. Die Erfolge dieser zurzeit noch neuen Brenner müssen abgewartet werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Blaubrenner des Petroleumglühlichts, insbesondere der der Starklichtlampen, kann mit Vorteil auch zu Heizzwecken verwendet werden. Einen derartigen Kocher einfacher Bauart mit zehn Blaubrennern bringt die Washington-Lichtgesellschaft auf den Markt (Fig. 11). Der bekannte Verdampfer (Fig. 4) ist mit einem kurzen ⊃förmigen Mischrohr in Verbindung mit der Dampfkammer *k* gebracht, auf die sich die Brennerköpfe *b* unmittelbar aufsetzen. Der Kocher, der an die in Fig. 3 abgebildete Druckanlage angeschlossen werden kann, bringt 5 l Wasser mit einem Erdölverbrauch von 100 g in 8 Minuten zum Sieden.

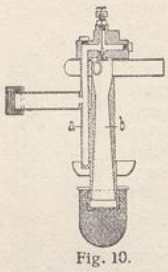


Fig. 10.

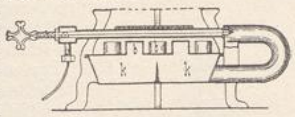


Fig. 11.

Glühkörper für Starklichtlampen erfordern ein starkmaschiges Gewebe aus Baumwolle, das reichlich getränkt sein muß; nicht selten werden auch Doppelgewebe verwendet. — Das Formen und Härten dieser Glühstrümpfe geschieht ausschließlich von Hand.

Für **Glühkörperträger**, die zentral auf dem Brennerkopf angebracht werden, finden (hohle) Magnesiastifte, oft auch mit Asbest umkleidete Eisenstifte Verwendung. Seitlich angeordnete haken- oder bügelförmige Glühkörperträger werden aus Eisen, Stahl oder einer Legierung dieser Metalle mit Nickel (bis zu 20%) hergestellt.

Die **Fabrikation** von Starklichtlampen (und Petroleumdampfkochern) beschränkt sich meist auf den Zusammenbau der einzelnen in Spezialfabriken hergestellten Lampen- und Laternenteile.

Bezugsquellen enthält Goldberg, J., Die deutsche Lampe in Wort und Bild, Berlin 1906.

Literatur: Vgl. Oellampen, Bd. 6, S. 767; außerdem: Ahrens, Friedrich, Das hängende Gasglühlicht, Berlin 1906; Journal für Gasbeleuchtung und verwandte Beleuchtungsarten sowie für Wasserversorgung, München; Metallindustrielle Rundschau, Berlin. *H. Weber.*

Petroleumkoks, fester, poriger Destillationsrückstand des Petroleums.

Er besitzt hohen Heizwert (8000—8500 W.E.), geringen Aschegehalt (etwa 0,35%) sowie gute Reduktionswirkung und findet in der Aluminiumindustrie, bei der Herstellung von Bogenlampenkohlen und in metallurgischen Laboratorien Anwendung.

Literatur: Chemikerztg. 1906, S. 585, 1115 ff.; Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 31. *A. Widmaier.*

Petroleummaschinen, s. Verbrennungsmotoren.

Petroleummotorspritzen, s. Feuerschutz, Bd. 3, S. 777.

Petroleumsprit (Putzöl, künstliches Terpentinöl), Destillationsprodukt des Erdöls vom spez. Gew. 0,73—0,75, dient zum Verdünnen von Leinölfirnis, zum Putzen von Maschinenteilen, Buchdrucklettern u. s. w. *Andés.*

Pfadeisen, im Bergbau, einfache Zapfenlager, z. B. am Handhaspel.

Pfähle, zugespitzte Hölzer verschiedenen Querschnitts und von mehr oder weniger großer Länge, welche als Haltepunkte (Baumpfähle, Zaunpfähle, Buhnenpfähle, Dalben u. s. w.) oder Stützpunkte (Bollwerkspfähle, Jochpfähle bei Brücken, Rostpfähle u. s. w.) oder zu Messungen als Merkzeichen (Merkpfähle, Fixpfähle u. s. w.) verwendet werden. Im weiteren Sinne fallen auch alle aus Eisen (Nadeln, Hohlzylinder u. s. w.), Beton, Eisenbeton u. s. w. hergestellten, zur Druckübertragung dienenden säulenartigen Unterstützungen, welche durch Bohren, Rammen, Schrauben, Spülen u. s. w. in den Boden eingelassen werden, unter den Begriff. Die bergmännische Bedeutung des Stichwortes s. unter Grubenzimmerung, Schachtabteufen, Stollen, Tunnel.

Im folgenden sollen vorzugsweise Stützpfähle für Baufundamente in Betracht gezogen werden; man unterscheidet:

1. Holzpfähle. Diese haben — je nach Bestimmung — quadratischen, rechteckigen, polygonalen oder kreisförmigen Querschnitt (Rundpfähle); letztere Form ist bei Fundamentpfählen, erstere Formen sind mehr bei Pfählen für Spuntwände (s. d.), Fangdämme (s. d.) und ähnliche Bauten vorherrschend. Die zugespitzten Rundpfähle (Spitzpfähle) heißen, wenn sie ihrer ganzen Länge nach im Boden stecken, Grundpfähle (Piloten), wenn sie in ihrem oberen Teile frei stehen, Langpfähle (vgl. Pfahlrost). Pfähle aus Eichenholz und Zedernholz sind die besten, werden aber des hohen Preises wegen selten verwendet; in der Regel nimmt man (besonders für die Rundpfähle) Lärchen- und Kiefernholz, Fichten- und Tannenholz, Erlenholz, selten weichere Holzarten wie Pappeln u. dergl. Im übrigen muß man sich nach dem an der Baustelle Erreichbaren richten. Die Hölzer müssen gerade gewachsen und rißfrei sein; man benutzt das Holz gern kurz nach dem Fällen oder eingeweicht, weil es dann nicht — wie trockenes Holz — im Wasser quillt. Als Fundamentträger müssen die Pfähle mit ihren Köpfen mindestens 50—60 cm unter dem tiefsten Wasserstande liegen; nur dann bleiben sie dauernd vor Fäulnis geschützt. Bei Rundpfählen von der Länge l und dem Durchmesser d pflegt man für Grundpfähle $d = 0{,}12 + 0{,}03\ l$, für Langpfähle $d = 0{,}15 + 0{,}275 \cdot l$ (Maße in Metern) zu wählen; die gegenseitige Entfernung der Achsen von Fundamentpfählen schwankt in der Regel zwischen 0,75 und 1,25 m. Abweichungen von diesen Regeln sind aber da und dort durch besondere Verhältnisse geboten und statthaft. Nimmt man den Widerstand W, welchen der Boden dem Eindringen des Pfahles entgegensetzt, als konstante Kraft und den Rammstoß als unelastisch an, ist ferner Q das Gewicht des Rammbärs, h dessen Fallhöhe, q das Gewicht des Pfahles, so erlangt der letztere durch den Rammstoß die Energie $L = Q^2 h : (Q + q)$; dringt er dabei um die

Länge s in den Boden, so ist die Arbeit des Widerstandes $= W \cdot s$, und man hat die Beziehung $Ws = L + (Q + q)\,s$, woraus

$$W = Q + q + \frac{Q^2 h}{s\,(Q + q)}$$

als Gleichgewichtsbedingung folgt*) (W, Q, q in Kilogramm, h und s in Metern). Bei Ueberschreitung des Wertes W durch die Pfahlbelastung P würde der Pfahl nachgeben bezw. tiefer eindringen. Nachdem aber vorstehende Rechnung den Stoß als unelastisch annimmt, was ja nach dem Baumaterial mehr oder weniger unzutreffend ist; nachdem ferner der Pfahl im Wasser einen Auftrieb erfährt und — was hauptsächlich in Betracht kommt — sich nicht dauernd unter gleichen Reibungsverhältnissen wie beim Einrammen dem Boden gegenüber befindet, muß der Sicherheit wegen die zulässige Pfahlbelastung $P < W$ gewählt werden. Man setzt deshalb $P = W : n$, unter n einen Sicherheitskoeffizienten verstanden, der bei Sandboden etwa zu 3, bei Lehmboden zu 5, unter ungünstigen Verhältnissen und dort, wo größte Vorsicht geboten erscheint, bis zu 10 angenommen wird. Bei Langpfählen ist durch Benutzung der Knickformel (vgl. Bd. 5, S. 519 ff.) die zulässige Belastung des Pfahles zu prüfen. Für Projektierungen darf man dann, wenn Probepfähle nicht eingetrieben, also P auf Grund vorstehender Anleitung nicht ermittelt werden kann, auch bei größter Vorsicht für die Grundpfähle als gut zulässige Belastung P für 1 qcm Pfahlkopffläche annehmen: bei Moorboden 1—1,5 kg, bei lehmiger steiniger Erde u. s. w. 3—5 kg, bei festem Ton- und Sandboden 7—8 kg. Unter günstigen Verhältnissen geht man mit der Belastung weit höher, oft auf das Zwei- bis Fünffache der hier angegebenen Werte. Hiernach ergeben sich etwa folgende Minimalwerte von P für Grundpfähle:

Durchmesser . .	$d =$	15	20	25	30	35	40	cm
Pfahlkopffläche	$F =$	177	314	491	707	962	1257	qcm
Moorboden . .	$P =$	177—366	314—471	491—737	707—1061	962—1443	1257—1886	kg
Lehm, Erde u. s. w.	$P =$	531—885	942—1570	1473—2455	2121—3535	2886—4810	3771—6285	„
Fester Ton und Kies	$P =$	1239—1416	2198—2512	2121—3535	4949—5656	6734—7696	8799—10056	„

Damit die Pfähle leichter in den Boden eindringen, werden sie unten mit einer Spitze versehen; letztere wird meist als vierseitige Pyramide oder kegelförmig hergestellt (Fig. 1). Für festen und steinigen Boden erhalten die Pfähle Pfahlschuhe aus Schmiedeeisen (Fig. 2), Gußeisen (Fig. 3 u. 4) und solche mit gußeiserner Spitze und schmiedeeisernen Federn. In neuester Zeit werden kegelförmige Stahlschuhe für die Pfahlspitzen verwendet. Da und dort bringt man an den Pfahlschuhen noch besondere Ringe an zum Festhalten der Federn; die Konstruktionen sind überhaupt sehr mannigfaltig. Wenn mit schweren Rammbären (großem Q) und großer Fallhöhe gearbeitet wird (s. Rammen), müssen die Pfahlköpfe zum Schutze gegen Splittern mit schweren eisernen Ringen (von 25 bis 50 mm Stärke und 60—100 mm Höhe) versehen werden, die sich nach oben im Verhältnis 1:10 verjüngen. Das Eintreiben der Holzpfähle erfolgt fast allgemein mit Rammen (s. d.); nur kleinere Pfähle von 10—12 cm Durchmesser und bis 1,5 m Länge im Boden werden mit dem Schlegel eingetrieben. Besteht der Boden aus leicht abflößbarem Material (Sand und Kies, lehmigem Geschiebe u. s. w.), so kann das Eintreiben auch mit Hilfe von Wasserspülung erfolgen. Dabei wird ein schmiedeeisernes Rohr von 40 bis 50 mm Lichtweite in eine Nut des Pfahles gelegt und an der Pfahlspitze mit einer Krampe (s. d.) befestigt; dann schließt man dasselbe an eine Wasserleitung mit ca. 3—4 Atmosphären Betriebsdruck (je nach der Boden beschaffenheit auch nur $^1/_2$ Atmosphäre) an. Das an der Pfahlspitze austretende Wasser lockert den Boden um diese und den Pfahlumfang, so daß der Pfahl teils durch seine Eigenschwere, teils durch aufgesetzte Last oder leichte Schläge abwärts dringen kann. Selbstverständlich legt sich nach erfolgter Versenkung der Boden wieder an; jedoch kann die Tragfähigkeit nicht mit der Sicherheit wie bei gerammten Pfählen festgestellt werden. Im Torfboden und Lehmboden hat das Spülverfahren keine oder nur eine sehr geringe Wirkung. Ausnahmsweise werden Holzpfähle auch eingeschraubt (vgl. Fig. 5); der Pfahl wird in den Kern der Schraube eingelassen und vermittelst Durchsteckstifts befestigt, kann aber in schwerem Boden nur selten unbeschädigt auf größere Tiefen herabgebracht werden.



Fig. 1.

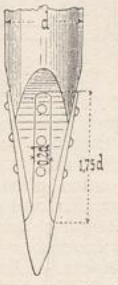


Fig. 2.




Fig. 4.




Fig. 3.

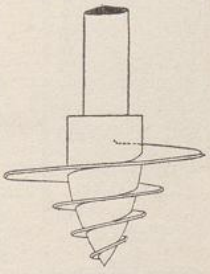


Fig. 5.

*) Vor der vielfach verwendeten sogenannten Brixschen Formel: $W = Q^2 q\,h : s\,(Q + q)^2$ wird gewarnt; sie führt insbesondere für relativ große Werte von Q zu ganz falschen Resultaten. Sind die Pfähle im Verhältnis zum Bärgewicht Q leicht, so kann man $Ws = Qh$ setzen; übrigens ist die oben angeschriebene Gleichgewichtsbedingung so einfach, daß man sie besser in allen Fällen beibehält. Weitere Formeln hat Brennecke [1] aufgestellt; vgl. a. [2].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Eisenpfähle. Häufig, insbesondere bei Stauanlagen, ist man gezwungen, Bauteile im Boden gegen Auftrieb oder Abschwemmen zu befestigen, sie sozusagen anzunageln. Ist der Untergrund fest, z. B. Fels, Konglomerat u. s. w., so werden massive eiserne Pfähle (sogenannte Nadeln) in der Regel so in denselben eingelassen, daß ein Loch vorgebohrt, die Nadel eingestellt und mit Beton vergossen wird. Im Kies und Sandboden u. s. w. werden eiserne Nadeln vielfach als Stützen von Stauwänden eingerammt (s. Stauanlagen), wobei es aber nicht erforderlich ist, die Eisen (z. B. Doppel-T-Eisen, U-Eisen u. dergl.) mit besonderer Schneide zu versehen, da sie beim Einrammen ohne weitere Vorkehrung auch auf größere Tiefen leicht ziehen. Manchmal

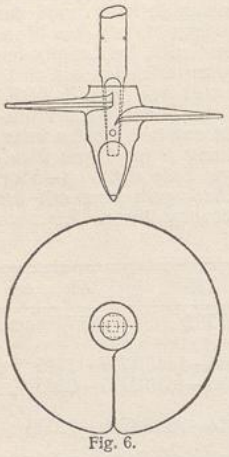


Fig. 6.

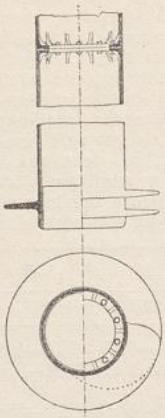


Fig. 7.

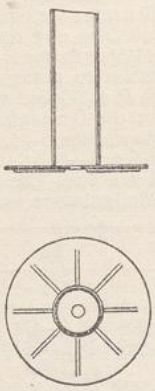


Fig. 8.

werden massive eiserne Nadeln auch eingeschraubt (vgl. Fig. 6), wenn es die Bodenbeschaffenheit zuläßt.

Fundamentpfähle aus Eisen werden größtenteils hohl mit 0,1—1,0 m Durchmesser bei 20—50 mm Wandstärke hergestellt; man treibt sie nicht durch Rammen ab, sondern schraubt sie entweder in den Boden ein (möglich in allen Bodenarten, die keine großen Steine enthalten oder mit Konglomeraten durchsetzt sind) oder versenkt die Hohlkörper durch Wasserspülung (nur möglich in Sand und feinem Kies). Die Schraubenpfähle sind entweder unten offen (Fig. 7) oder geschlossen und mit Spitzenschraube versehen (ähnlich Fig. 5 bezw 6); im ersten Falle wird der in den hohlen Pfahl eindringende Boden entweder ausgelöffelt oder ausgespült; auch ordnet man zuweilen im Holzpfahl selbst ein zweites Gewinde von der doppelten Steigung des äußeren an. Die äußeren Schrauben haben bei den unten offenen Pfählen in der Regel 1—1,5 m Durchmesser und erhalten im weichen Boden 20—30° Steigung und eine bis anderthalb Windungen. Das Eindrehen erfolgt von Gerüsten aus mit starken Hafpeln. — An Stelle der hohlen eisernen Spitzpfähle treten heutzutage überall die Betoneisenpfähle. — Scheibenpfähle (Fig. 8) werden durch Wasserspülung versenkt und erhalten unten eine Scheibe von etwa dem doppelten Durchmesser des hohlen Pfahles. — Man hat früher [1] die hohlen eisernen Fundamentpfähle vielfach dort benutzt, wo Holzpfähle wegen des Bohrwurms und des Faulens über Wasser oder wegen der Unmöglichkeit, sie einzurammen, nicht angewendet werden konnten; heute setzt man an ihre Stelle Betoneisenpfähle, und es kann nur noch der letztgenannte Grund Anlaß zu ihrer Verwendung geben.

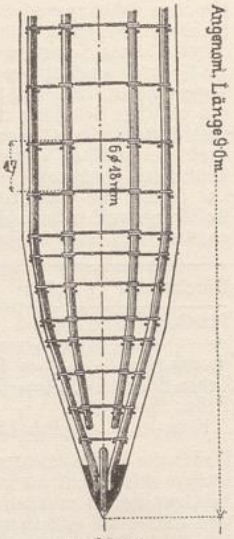
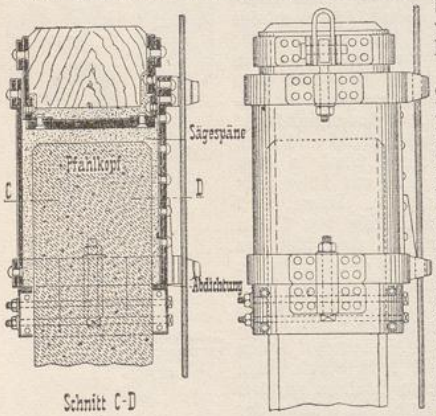


Fig. 9.



Schnitt C-D

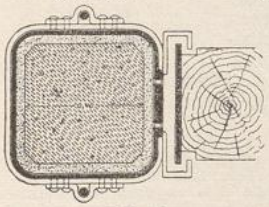


Fig. 10.

3. Betoneisenpfähle und Betonpfähle. Wenn bei einer Pfahlgründung Holzpfähle aus den ebenerwähnten Ursachen unzweckmäßig sind, so tritt in den meisten Fällen an Stelle des Holzes der Beton, entweder armiert oder als Füllung einer vorgeschlagenen Bodenaushöhlung. Pfähle aus armiertem Beton (Betoneisenpfähle) sind teurer als Holzpfähle; man kann sie aber auch auf Holzpfähle aufpfropfen [3], um in dem Teile

des Untergrundes, der nicht ständig 0,6 m unter Waſſer ſteht, ein haltbares Fundament zu erzielen. Wir unterſcheiden:

Armierte Betonpfähle nach Hennebique. Die Pfähle haben dreieckigen [4], quadratiſchen [5] oder polygonalen Querſchnitt. Nach Art der Säulen liegt in jeder Ecke ein Längsſtab, die Stäbe ſind unter ſich durch Bügel verbunden. Fig. 9 zeigt Querſchnitt und Aufriß eines ſechsſeitigen Pfahles [6]. Entſprechend dem großen Pfahlgewicht ſind ſchwere Rammen mit Bärgewichten bis zu 4000 kg in Verwendung. Aus dieſem Grunde und wegen der Sprödigkeit des Betons bedarf der Pfahlkopf eines beſonderen Schutzes, der „Schlaghaube". Fig. 10 zeigt die von Züblin in Straßburg verwendete Schlaghaube [5], [7]. Der Raum zwiſchen Pfahlkopf und Haube wird mit einem ſchlagverteilenden Mittel (Sägeſpäne, Sand) ausgefüllt. Die Pfahlſpitze wird durch einen Schuh aus Eiſenblech oder Gußſtahl gebildet. Fig. 11 zeigt einen dem Ingenieur Züblin patentierten gußſtählernen Schuh, welcher mit dem Armierungseiſen durch Eintreiben eines eiſernen Dornes in feſte Verbindung gebracht werden kann. Die Herſtellung der Pfähle geſchieht mittels Holzſchalungen, in welche der Beton eingeſtampft oder eingegoſſen wird. Während man bei den erſten Ausführungen die Pfähle ſtehend herſtellen zu müſſen glaubte, führt man dieſelben ohne Nachteil heute faſt allgemein liegend aus, weil dadurch die bedeutenden Gerüſtkoſten und die erſchwerten Arbeitsbedingungen in Wegfall kommen. Das Miſchungsverhältnis des Betons wird etwa zu 1 Zement : $1\frac{1}{2}$ Sand : 3 Kies oder Steinſchlag genommen. Je kürzer die zur Verfügung ſtehende Erhärtungszeit iſt, um ſo fetter muß die Miſchung ſein.

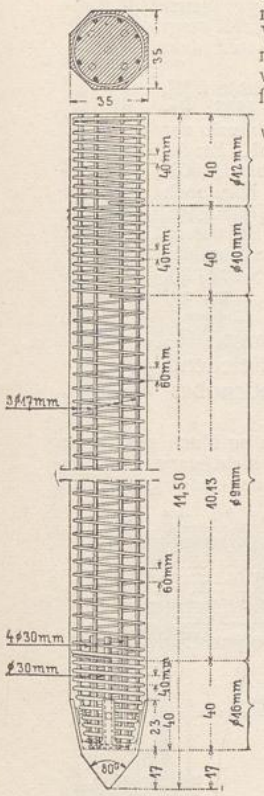


Fig. 12.

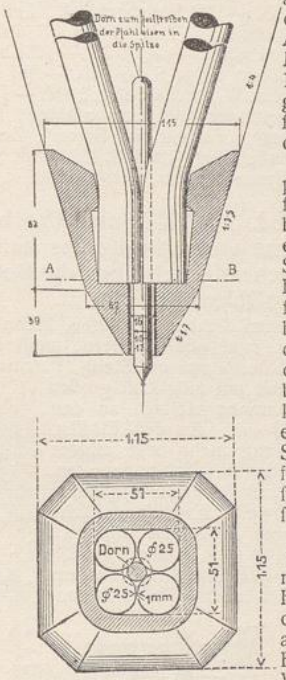


Fig. 11.

Armierte Betonpfähle nach Confidère. Bei denſelben beſtehen die Eiſeneinlagen aus einer Spiralarmierung [6]. Der achtſeitige Querſchnitt iſt der gebräuchlichſte, weil ſich dabei die Spiralen dem Umfang am beſten anſchmiegen können. Fig. 12 zeigt einen derartigen Pfahl. Sie geſtatten eine einfachere Haubenkonſtruktion, da der umſchnürte Beton widerſtandsfähiger iſt.

Neuerdings wendet man überhaupt keine Haube mehr an, ſondern läßt den Bär direkt auf den Pfahl wirken. Eine Verſtärkung der Verſchnürung am Kopf und Fuß iſt vorteilhaft.

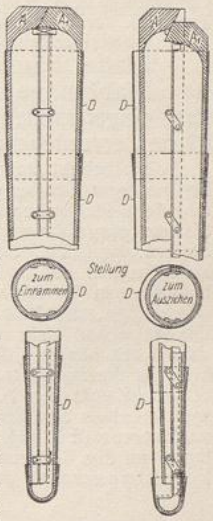


Fig. 13.

Betonpfähle mit Vorſchlagvorrichtung. Ein Nachteil der armierten Betonpfähle iſt der, daß zu ihrer Erhärtung eine Friſt von 4—6 Wochen nötig iſt. Bei dringlichen Bauten bedeutet ihre Anwendung eine Verzögerung der Bauausführung um ebengenannte Zeit. Ein weiterer Nachteil beſteht darin, daß es nicht immer möglich iſt, die benötigte Pfahllänge mit Sicherheit vorauszubeſtimmen, ſo daß häufig zeitraubende und koſtſpielige Anſtückungen und Abnahmen der Pfähle nötig werden. Dieſen Uebelſtänden helfen die nachgenannten Pfähle mit Vorſchlagvorrichtung ab. Hierbei wird der Pfahl erſt im Boden hergeſtellt.

Raymondpfähle. Zu ihrer Herſtellung wird ein nach unten ſtark verjüngter Gußſtahlkern in den Boden gerammt [7]. Wie aus Fig. 13 erſichtlich iſt, beſteht der „Rammkern" aus zwei durch Gelenklappen miteinander verbundenen Längshälften A und A_1. Dieſe werden durch einen Querkeil in der für das Einrammen erforderlichen gegenſeitigen Stellung gehalten. Nach dem Einrammen wird der Keil herausgenommen und durch einen Schlag auf die eine Hälfte A_1 dieſe der andern Hälfte A genähert, ſo daß eine Querſchnittsverminderung entſteht und der Rammkern mühelos herausgezogen werden kann. In ſtandfeſtem Boden werden die beiden offenen Längsfugen zwiſchen den Kernhälften durch dünne Blechſtreifen abgedeckt, um den Eintritt von Erde in den Hohlraum des Rammkerns zu verhindern. Bei nicht ſtandfeſtem Boden wird der Rammkern vorher mit einer Hülſe D aus Blech umgeben, welche in dem Boden verbleibt und als Ausſteifung und Abdichtung dient. Nach dem Herausziehen des Rammkerns wird das entſtandene Loch mit Beton ausgefüllt. Außer der in Fig. 13 dargeſtellten Form des Rammkerns ſind noch verſchiedene andre Formen im Gebrauch [8].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Simplexpfähle. Zu ihrer Herſtellung wird eine dem Durchmeſſer des Pfahles entſprechende ſchmiedeeiſerne Röhre, die mit einem eingeſteckten Pfahlſchuh aus Gußſtahl oder Beton verſehen iſt (Fig. 14), in den Boden gerammt, bis die genügende Tragfähigkeit vorhanden iſt. Hierauf wird die Röhre ungefähr 1 m hoch mit Beton gefüllt, 60 cm herausgezogen, wieder mit Beton gefüllt, abermals etwas herausgezogen und dieſer Vorgang bis zur vollſtändigen Entfernung der Röhre fortgeſetzt. Vgl. a. D.R.P. Nr. 187 815.

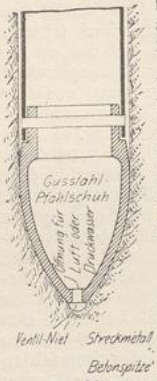


Fig. 14.

Der im Boden verbleibende Pfahlſchuh bildet immerhin einen Verluſt; deshalb wird neuerdings eine einem Alligatorrachen ähnliche Spitze verwendet. Die beiden Hälften derſelben ſind mit Scharnieren an dem Treibrohr befeſtigt und greifen mit Zähnen ineinander. Beim Einſchlagen iſt der Rachen feſt verſchloſſen. Er öffnet ſich beim Einrammen des Betons, ſo daß das Rohr ſamt dem geöffneten Pfahlſchuh ſukzeſſive zurückgezogen werden kann. Fig. 15 zeigt das zurückgezogene Treibrohr mit geöffnetem Alligator ſamt dem Fallſtößel zum Einrammen des Betons.



Fig. 15.
a Alligator.
b Fallſtößel.
c Treibrohr.

Weitere Angaben über Betoneiſenpfähle und Betonpfähle ſ. [8].

Literatur: [1] Brennecke, L., Der Grundbau, Berlin 1887; Ergänzungen dazu, Berlin 1895. — [2] Weisbach, J., Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinentechnik, 1. Teil, § 318, S. 591, Braunſchweig 1855. — [3] Deutſche Bauztg. 1904, S. 32. — [4] Ebend. 1902, S. 647. — [5] „Beton und Eiſen“ 1904, S. 65—70. — [6] Handbuch für Eiſenbetonbau, Bd. 3, Berlin, W. Ernſt & Sohn, 1907. — [7] Hilgard, Ueber neuere Fundierungsmethoden mit Betonpfählen, Schweizer. Bauztg. 1907. — [8] Zeitſchr. „Beton und Eiſen“, „Zement und Beton“, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. (1905, S. 452, 1907, S. 1919 ff.), Zentralbl. der Bauverwalt. 1907, Deutſcher Betonkalender, Berlin 1908, u. a. m., auf deren Inhaltsverzeichniſſe wir verweiſen.

Lueger.

Pfaffe (Fauſt, Fauſteiſen), ſ. Bd. 3, S. 653, und Treiben.

Pfahlbuhne, eine Buhne, welche vorzugsweiſe aus hinreichend ſtark eingerammten und noch entſprechend hoch über die Bodenoberfläche hervorſtehenden Pfählen (Langpfählen) gebildet iſt.

Sie beſteht manchmal aus einer einfachen dichten Pfahlreihe, Mann an Mann geſchlagen. Bei heftigem Strömungsangriffe ordnet man zwei oder mehrere, meiſt nicht ganz dicht geſchloſſene Pfahlreihen an (Fig. 1), deren Zwiſchenräume mit Stein-, Faſchinen- oder gemiſchtem Material ausgefüllt werden; die Krone iſt dann mit möglichſt großen Steinen abgedeckt. Solche Ausführungen kommen vielfach an den Strandbuhnen der flachen Seeküſten vor [1]—[3]. An den Flüſſen, beſonders in Nordamerika, wendet man häufig mehr oder minder durchläſſige, die Hinterlandung raſch befördernde Pfahlbuhnen an. Die Pfähle ſind mehr oder minder weit voneinander entfernt geſtellt; dazwiſchen hängen, der Strömung eine teilweiſe Widerſtandsfläche bietend, an horizontalen Verbindungsſtangen Faſchinen oder ein Strauchgeflecht (Fig. 2). Bei der ſtärkeren Bauart (Fig. 3) iſt ein Flechtwerk *a* behufs Stauwandbildung gezeichnet. Die zugehörige Sohlenverſicherung iſt in Fig. 2 durch eine mit Steinen beſchwerte Faſchinenlage, in Fig. 3 durch eine ſogenannte Faſchinenmatte oder Faſchinenmatratze *b* bewirkt; dies iſt ein Strauchgeflecht oder eine Faſchinenlage zwiſchen Drahtſeilen, das auf die Sohle verſenkt und beſchwert wird. Manchmal hat man nur einzelne horizontale Bohlen zur Erzielung einer Staufläche an die Pfähle genagelt (ſ. Parallelwerk) [4].


Fig. 1. Querſchnitt einer maſſiven Pfahlbuhne.

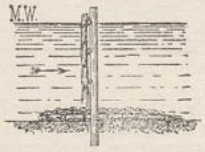


Fig. 2.

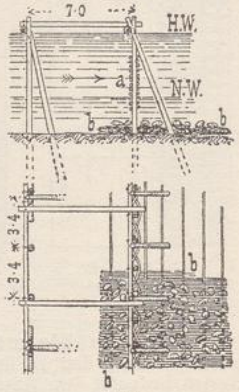


Fig. 3.

Literatur: [1] Franzius, Der Waſſerbau, Leipzig 1884, 3. Abt., S. 150. — [2] Zeitſchr. f. Bauweſen 1882, Taf. 61. — [3] Deutſche Bauztg. 1886, S. 493. — [4] Roloff, Nordamerikaniſches Waſſerbauweſen, Berlin 1895.

Pfahlroſte (Bürſtenroſte, Bürſtenwerke) finden für die Gründung von Bauwerken dann Anwendung, wenn die lockere Bodenſchicht, welche auf der tragfähigen aufruht, eine ſo bedeutende Mächtigkeit hat, daß die Herſtellung gemauerter oder betonierter Fundamente nur mit großen Schwierigkeiten geſchehen kann oder in ökonomiſcher Beziehung unzweckmäßig erſcheint.

Den weſentlichſten Konſtruktionsteil eines Pfahlroſtfundaments bilden die hölzernen Pfähle, welche ähnlich wie Säulen oder andre Freiſtützen den betreffenden Baukörper zu tragen haben. Ragen die Roſtpfähle nur wenig aus dem Boden hervor, ſind ſie alſo Grundpfähle (ſ. Pfähle),

ſo entſteht ein tiefliegender Pfahlroſt; tritt hingegen ein bedeutender Teil der Pfahllänge aus dem Boden hervor, kommen alſo Langpfähle (ſ. Pfähle) zur Verwendung, ſo wird der Pfahlroſt hochliegend genannt.

1. Tiefliegende Pfahlroſte. Die Roſtpfähle können den darauf zu ſetzenden Baukörper in zweifacher Weiſe tragen: entweder ſtehen ſie mit ihrer Spitze auf einer tragfähigen Bodenſchicht auf oder (bei ſehr großer Mächtigkeit der lockeren Bodenſchicht) ſie erhalten ihre Standfeſtigkeit im weſentlichen nur durch die Reibung zwiſchen der Pfahloberfläche und dem Bodenmaterial. Das erſtgedachte Verfahren iſt vorzuziehen. Da die Pfähle auf Knickfeſtigkeit beanſprucht werden, ſo iſt es am vorteilhafteſten, wenn ihre Achſe in der Richtung des auf ſie wirkenden Druckes gelegen iſt; wenn ſonach die wirkſamen Kräfte im weſentlichen lotrecht gerichtet ſind, ſo treibt man die Pfähle gleichfalls lotrecht in den Boden ein; bei Stütz- und Ufermauern indes, bei Gewölbewiderlagern u. ſ. w., kurz, bei Baukörpern, die ſtarken Seitenſchub erfahren, ſtelle man die Pfähle beſſer in die Richtung des herrſchenden Druckes (Fig. 1); bisweilen genügt es, nur eine oder einige Pfahlreihen ſchräg zu ſtellen, die übrigen aber lotrecht anzuordnen (Fig. 2). Bei manchen Konſtruktionsteilen, wie Freiſtützen, welche größere Hallendächer tragen, bei Mittelpfeilern von Bogenbrücken u. ſ. w. kann der Seitenſchub bald von der einen, bald von der andern Seite wirkſam ſein; alsdann werden einzelne Pfähle bezw. Pfahlreihen gleichfalls ſchräg geſtellt, jedoch nach entgegengeſetzten Richtungen (Fig. 3). Die Zahl der zu verwendenden Pfähle hängt von der Größe des herrſchenden Druckes und von der Tragfähigkeit der Pfähle ab. Die Pfähle werden reihenweiſe geſchlagen; Abſtand der Pfahlreihen voneinander 0,80—1,20 m; Abſtand der Pfähle in einer Reihe 1,0—1,50 m. Kommen auf die Pfahlköpfe Lang- und Querſchwellen zu liegen, ſo empfiehlt ſich die netzförmige Anordnung der Pfähle (Fig. 4); wenn indes auf die Pfahlköpfe eine Betonplatte aufgebracht wird (Betonpfahlroſt, Fig. 6), ſo verſetze man in den einzelnen Pfahlreihen die Pfähle gegeneinander. Die Pfahlköpfe müſſen ſo tief gelegen ſein, daß die Oberkante der etwa darauf zu ſetzenden Holzkonſtruktion mindeſtens 30 cm, beſſer 50 cm unter den niedrigſten Waſſerſtand zu ſtehen kommt. Bei den gewöhnlichen Pfahlroſten werden auf jede Pfahlreihe Langſchwellen (auch Roſt- oder Grundſchwellen genannt) verlegt und quer über dieſen die Querſchwellen (auch Zangen geheißen) angeordnet (Fig. 5); beide erhalten meiſt quadratiſchen Querſchnitt von 25—33 cm Seitenlänge bei den Langſchwellen und 22—30 cm bei den Querſchwellen. Die durch beide Schwellenlagen gebildeten Fache werden mit der ſogenannten Bettung, beſtehend aus Kies, feſtgeſtampftem Bauſchutt, Lehm, Ton, Lehm und Sand, Bruchſteinmauerwerk, Sand, Beton u. ſ. w., ausgefüllt; ſchließlich wird ein 7—10 cm dicker Bohlenbelag angebracht, der indes ſtets auf die Langſchwellen gelegt wird. Auf den Bohlenbelag kommt das Mauerwerk zu ſtehen (Fig. 5). Verhältnismäßig ſelten hat man die Roſtpfähle bloß in gleicher Höhe abgeſchnitten und dann das Mauerwerk unmittelbar darauf geſetzt; dies iſt indes nur bei geringen Belaſtungen zuläſſig. Sind Unterwaſchungen zu befürchten, ſo umſchließe man den Pfahlroſt mit einer Spundwand. Bei den Betonpfahlroſten (Fig. 6) ragen die Pfahlköpfe nicht unter 15 cm in die Betonplatte hinein, und letztere erhält nicht unter 50, beſſer 75 cm Dicke; Spundwände, welche den Beton umſchließen und ihn gegen Unterwaſchung ſchützen, ſollten hier niemals fehlen. Derartige Betonpfahlroſte werden ſowohl im Hochbau wie im Brückenbau immer häufiger angewendet und bewähren ſich vortrefflich.

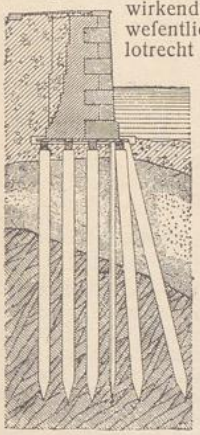


Fig. 2.

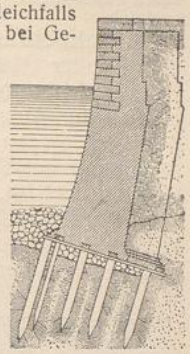
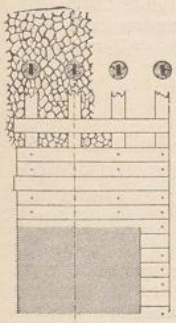
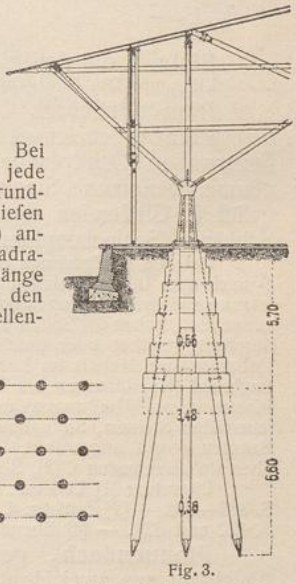


Fig. 1.





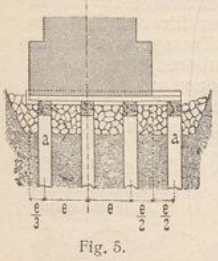


Fig. 5.

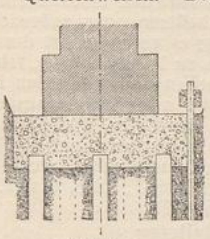


Fig. 6.

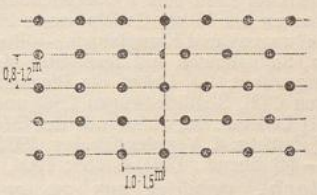


Fig. 4.

Fig. 3.

2. Eiſenbetonpfahlroſt entſteht, wenn bei der Gründung eines Bauwerkes ſtatt hölzerner Pfähle Eiſenbetonpfähle (ſ. Pfähle) verwendet werden.

3. Hochliegende Pfahlroſte, auch Stelzenfundamente genannt, werden bei ſehr hohem Waſſerſtand, namentlich am Meere, wo die Herſtellung einer Baugrube viele Schwierigkeiten bereiten würde, angewendet. Man ſchneidet die Roſtpfähle in der Höhe des Niederwaſſers ab, verlegt die beiden Schwellenlagen mit dem Bohlenbelag und ſetzt auf letzteren das Mauerwerk. Die Roſtpfähle läßt man entweder frei ſtehen (Fig. 7) oder man ſchützt ſie gegen Ausknicken durch Diagonalſtreben oder durch dazwiſchen gebrachte Steinſchüttungen, bisweilen durch beides zugleich. *Schmitt-Darmſtadt.*

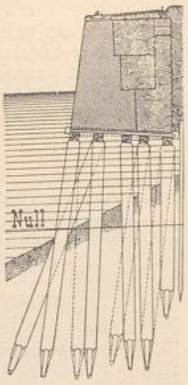


Fig. 7.

Pfahlſchrauben (Grundſchrauben), vgl. Schraubenpfähle unter Pfähle.

Pfahlſchuhe kommen bei hölzernen Rund- und Spundpfählen zur Anwendung, wenn letztere in feſteren, namentlich ſteinigen Boden eingerammt werden ſollen; ſie bilden eine Armierung der Pfahlſpitze bezw. Pfahlſchneide (ſ. Pfähle und Spundpfähle). *Schmitt-Darmſtadt.*

Pfahlwände werden ſtatt der Spundwände (ſ. d.) angewendet, wenn letztere infolge großen Waſſerdrucks ſich als zu ſchwach erweiſen würden. Sie beſtehen aus ſtumpf nebeneinander geſchlagenen Pfählen von 25—30 cm Dicke.


Fig. 1.


Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.

Letztere werden, wenn es der Zweck der Pfahlwand geſtattet, nur an denjenigen beiden Langſeiten behauen (Fig. 1), in denen ſie einander berühren; muß die eine Außenſeite der Wand glatt ſein, ſo erfolgt dreiſeitiges Behauen ihrer Pfähle (Fig. 2); unter Umſtänden erhalten die Pfähle ſogar quadratiſchen Querſchnitt (Fig. 3). Um einen feſten Anſchluß der Pfähle an die bereits eingerammten, um alſo möglichſte Waſſerdichtheit zu erzielen, gibt man den Pfählen wohl auch einen trapezförmigen Querſchnitt (Fig. 4). Am Zopfende können die Pfähle ihre runde Form zum Teil beibehalten. Die Pfähle erhalten im vorliegenden Falle bald eine Schneide, bald eine Spitze. *Schmitt-Darmſtadt.*

Pfalz, ſ. die Artikel Burg, Palas.

Literatur: Die Königspfalzen der Merowinger und Karolinger, Berlin 1892.

Pfandwirtſchaft, ſ. Deichgenoſſenſchaft.

Pfanne bezeichnet 1. Auflager, ſ. Spurlager, Wage; 2. Teil an alten Feuerwaffen (Zündpfanne); 3. Gefäß zum Erhitzen von Materialien (Abdampfpfanne, Braupfanne, Siedpfanne, Röſtpfanne, Schmelzpfanne u. ſ. w.); 4. Transportgefäß in Gießereien und Hüttenwerken für flüſſiges Metall (Gießpfannen) und Schlacke (Schlackenpfannen).

Bei den Gießpfannen der Eiſen- und Stahlgießereien und Eiſenhütten unterſcheidet man a) nach dem Inhalt zwiſchen Roheiſen- und Stahl(Flußeiſen-)pfannen; b) nach der Art der Entleerung zwiſchen kippbaren und Stopfenpfannen. Letztere (vorzugsweiſe für Flußeiſen und Stahl verwendet) haben im Boden der Pfanne ein Loch, das mit Hilfe eines an einer Stange befeſtigten Stopfens geöffnet oder geſchloſſen werden kann, beſitzen aber außerdem für den Fall des Erſtarrens des Metalls im Loch eine Kippeinrichtung; c) nach der Art des Transports zwiſchen tragbaren (Handpfannen bis 15 kg, Gabelpfannen bis zu 100 kg Inhalt), fahrbaren Pfannen oder Pfannenwagen (Gießwagen) und Kranpfannen. — Roheiſenpfannen werden innen mit Lehm oder feuerfeſten Steinen, Stahlpfannen mit feuerfeſter Maſſe oder Steinen ausgekleidet und vor der Benutzung gut angewärmt. — Ueber die Pfannen der Eiſen- und Stahlgießereien vgl. a. [1], über Roheiſenwagen ſ. [2], Stahlgießwagen ſ. [3] und Schlackenwagen ſ. [4].

Literatur: [1] Ledebur, A., Handbuch der Eiſen- und Stahlgießerei, 3. Aufl., Leipzig 1901, S. 333—342. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1541; 1903, S. 522. — [3] Ebend., 1903, S. 422 und 520. — [4] Ebend., 1903, S. 658; 1904, S. 1170. *A. Widmaier.*

Pfannendach, gebildet aus ∽ geſtalteten, gleichſam aus zwei Hohlziegeln zuſammengeſetzten Ziegeln (ſ. Fig. 1).


Fig. 2.

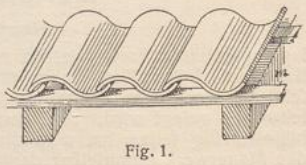


Fig. 1.

Dieſe haben eine Länge von 40 bis 45 cm, eine Breite von 30 cm; die Ueberdeckung beträgt ca. 6, die Lattweite ca. 32 cm. Die Eindeckung erfolgt mit oder ohne Schindeln, die Fugen ſind mit Mörtel auszuſtreichen. Bei einer Dachneigung von einem Drittel bis zur Hälfte hat es den Vorzug raſcher Sammlung und Ableitung des Waſſers. Es iſt in Holland und Niederdeutſchland üblich. Der Querſchnitt holländiſcher Pfannen iſt in Fig. 2 gezeigt. *Weinbrenner.*

Pfannenſtein, der feſte, kriſtalliniſche oder amorphe Niederſchlag, welcher ſich beim Verdampfen einer mineraliſche Subſtanzen in Löſung enthaltenden

Flüſſigkeit in der Verdampfſchale, Pfanne, abſetzt. Zuweilen wird die Bezeichnung auch für Keſſelſtein gebraucht; ſ. a. Salz. *v. Ihering.*

Pfeffer, ſchwarzer und weißer, ſind beide die Früchte von Piper nigrum, einem Kletterſtrauche Hinterindiens, der außerdem auch auf Borneo, Sumatra, Siam, Ceylon und in Amerika kultiviert wird.

Die Früchte ſind einſamig, ſteinfruchtartig und ſitzen an einer ca. 10 cm langen Aehre. Das ſchwarze Pfefferkorn iſt die noch unreife, grüne, an der Sonne oder über Feuer getrocknete, durch Schrumpfung gerunzelte Frucht; der weiße Pfeffer wird meiſt durch Schälen der reifen Früchte, ſeltener aus dem ſchwarzen Pfeffer gewonnen. An einem Schnitt durch das Korn des ſchwarzen Pfeffers unterſcheidet man folgende Schichten: Endoſperm, Periſperm und Frucht- und Samenſchale. Der Pfeffer enthält Stärke, ätheriſches Oel und Piperin. Das Pfefferpulver iſt von allen gemahlenen Gewürzen den meiſten und mannigfaltigſten Fälſchungen ausgeſetzt. An vorkommenden Fälſchungsmitteln ſeien erwähnt: mineraliſche Stoffe, Schalen aller Art, Holzmehl u. ſ. w. Das Schwergewicht der Pfefferunterſuchung liegt auf dem mikroſkopiſchen Gebiet. Nach den Vereinbarungen deutſcher Nahrungsmittelchemiker darf der Aſchengehalt bei ſchwarzem Pfeffer 8 %, bei weißem Pfeffer 4 % nicht überſteigen. *Mezger.*

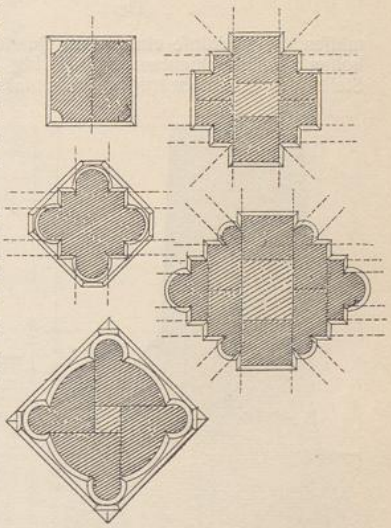
Pfefferminzterpentin, Terpentinölerſatz, hochſiedendes Petroleumdeſtillat, mit Pfefferminzöl parfümiert.

Pfeifenton (Pfeifenerde, weiße Erde), kieſelſaure Tonerde, der Kaolinerde ſehr nahe ſtehend, dient als weiße Leim- oder Waſſerfarbe und zum Miſchen mit andern Farben von geringem ſpezifiſchem Gewicht.

In Deutſchland und Oeſterreich dient Pfeifenton, mit Waſſer angerührt, zum Anſtreichen ſteinerner Treppenſtufen, um deren Reiben mit Sand und Waſſer zu umgehen. *Andés.*

Pfeil, Pfeilhöhe, die auf der Mitte der Sehne eines Bogens (ſ. d.) errichtete und bis zum Bogen verlängerte Vertikale bezw. ihr Maß.

Pfeiler, die freiſtehenden Stützen aus Stein, wenn ſie von bedeutender Stämmigkeit ſind, auch bei rundem Querſchnitt; ſodann bei ſchlanken Verhältniſſen und viereckiger Grundform, mit oder ohne ein Kapitäl.



In techniſcher Hinſicht beſtehen ſie entweder aus einem Stück (Monolith) oder aus mehreren Stücken, auch aus einer aufſteigenden Reihe von Quadern. Sie dienen meiſt als Bogen- oder Gewölbeträger. Als ſolche haben ſie in der mittelalterlichen Baukunſt eine vielfache Entwicklung erfahren: vom einfachen quadratiſchen (vgl. die Figur links oben) oder runden Pfeiler (vgl. die Figur links unten) durch Vorlegen von Halbſäulen (vgl. die Figur links, Mitte) und ſogenannten Dienſten (vgl. die Figur rechts unten) bis zu den reichſten Bündelpfeilern (ſ. Bd. 2, S. 385). Haben die Pfeiler außer der ſenkrechten Belaſtung noch einem Seitenſchub zu widerſtehen, ſo werden ſie zum Strebepfeiler (ſ. d.). In Verbindung mit Mauern werden ſie zum Wandpfeiler (ſ. d.), Pilaſter (ſ. d.), Liſene und Stirnpfeiler oder Ante (ſ. d.). *Weinbrenner.*

Pfeiler der Brücken, die den Unterbau und die Stützen für den Ueberbau bildenden Teile einer Brücke. Man unterſcheidet End- oder Uferpfeiler und Mittel- oder Zwiſchenpfeiler. Erſtere heißen auch Widerlager oder Widerlagspfeiler, wenn ſie ſeitlichen, von dem Druck des angrenzenden Erdreiches oder dem Schub eines bogen-, ſpreng- oder hängewerkartigen Ueberbaues herrührenden Kräften zu widerſtehen haben. Das zu Pfeilerbauten vorwiegend angewendete Baumaterial iſt Stein; doch gibt es auch hölzerne und eiſerne Brückenpfeiler. Auch die Bauweiſe in Stampfbeton und armiertem Beton hat in neuerer Zeit auf den Pfeiler- und Widerlagerbau namentlich der mit gleichartigem Tragwerk konſtruierten Brücken Anwendung gefunden. Die Fundierung der Brückenpfeiler findet im Artikel Gründungen Beſprechung.

Beiſpiele beſonders tief und ſchwierig fundierter Brückenpfeiler ſind: die auf Senkbrunnen gegründeten Pfeiler mehrerer oſtindiſcher Brücken, ſo der Jumnabrücke der Kalkutta—Delhi-Bahn, Fundierungstiefe 25 m unter Nullwaſſer [1], der Brücke über den Goraicfluß, 20,7 m unter Hochwaſſer [2]; ferner die unter Anwendung von Luftdruckgründung errichteten Hauptpfeiler der Forthbrücke, größte Fundierungstiefe 27,4 m unter Niedrigwaſſer [3], die Pfeiler der Brooklyn-(East-River-)Brücke, Fundierungstiefe 24 m unter Flutwaſſer [4], der Miſſiſſippibrücke bei St. Louis, Fundierungstiefe 31,1 m unter Hochwaſſer [5], Brücke bei Feteſchti und Czernavoda über die Donau (König-Carol-Brücke, Fig. 2 und 2a), Fundierungstiefe 30,97 m unter Bauwaſſerſtand [6].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) **Gemauerte Pfeiler.** Die Terrain- und namentlich die Waſſerverhältniſſe ſowie auch die ſtatiſche Wirkungsweiſe des Ueberbaues bedingen verſchiedene Arten von Pfeilern. Man nennt diejenigen, die ſtets dem Waſſerangriffe ausgeſetzt ſind, Strompfeiler, diejenigen aber, die ganz im Trockenen ſtehen oder nur bei Hochwaſſer beſpült werden, Landpfeiler. Viaduktpfeiler heißen die Pfeiler der Talbrücken (ſ. Viadukte), die ſich meiſt durch große Höhe auszeichnen. Die Pfeiler werden von dem Tragwerke des Ueberbaues entweder nur lotrecht belaſtet (bei Balkenbrücken) oder ſie haben auch wagerechte Kräfte aufzunehmen (bei Bogenbrücken). Danach richten ſich ihre Abmeſſungen. Bei den Pfeilern gewölbter Brücken und insbeſondere von Viadukten unterſcheidet man Tragpfeiler, die nur bei beiderſeitig einwirkendem Gewölbſchube ſtabil ſind, und Standpfeiler, die auch einſeitigem Gewölbſchube zu widerſtehen vermögen. Bei einem längeren Viadukt teilen die ſtärker zu dimenſionierenden Standpfeiler die Oeffnungen in Gruppen zu je drei bis fünf. Die im Trockenen ſtehenden Pfeiler erhalten rechteckige Grundrißform, wogegen alle Pfeiler, die einer Waſſerſtrömung ausgeſetzt ſind, mit ſogenannten Vorköpfen verſehen werden, die bis über Hochwaſſerhöhe zu reichen haben. Die Vorköpfe bewirken eine Verminderung des Aufſtaues und der Wirbelbildung und ſind insbeſondere wegen Sicherung der Pfeiler gegen Unterſpülung und Auskolkung von Wichtigkeit. Sie werden ſowohl ſtromauf- als ſtromabwärts angebracht und erhalten die aus Fig. 1 erſichtlichen Grundrißformen, von denen namentlich die in *b*, *c*, *d* bei uns am häufigſten Anwendung finden. Die Vorköpfe nehmen keine Belaſtung durch den Ueberbau der Brücke auf, ſondern der eigentlich tragende Pfeilerkörper iſt zwiſchen den Vorköpfen enthalten. Wegen des Waſſeranpralles, namentlich bei Flüſſen mit Eisgang, müſſen die Vorköpfe eine ſolide Quaderarmierung, bei größeren Brücken aus mindeſtens 50 cm hohen Hauſteinſchichten erhalten (Fig. 3). Bei Strömen mit ſehr ſtarkem Eisgang werden an Stelle des ſtromaufwärtigen Vorkopfes Eisbrecher mit gewöhnlich unter 45° geneigter Vorderkante angeordnet (Fig. 2). Die Vorköpfe brauchen, wie bemerkt, nicht bis zur Pfeilerkrone emporgeführt zu werden, ſondern können in Hochwaſſerhöhe endigen und werden hier mit einer kegel- oder kalottenförmigen Kappe abgedeckt. Der Pfeilerſchaft, d. i. der über dem Fundamentabſatze (bei Landpfeilern ungefähr Terrainhöhe, bei Strompfeilern Nullwaſſerhöhe) gelegene Pfeilerteil erhält meiſt nach oben zu eine kleine Verjüngung und es wird der Anlauf (Anzug) der Seitenflächen mit einem Zwanzigſtel bis zu einem Vierzigſtel angenommen. Eigentlich wäre — mit Rückſicht auf eine gleiche Beanſpruchung ſämtlicher Lagerflächen des Pfeilermauerwerks — der Aufriß des Pfeilerſchaftes in konkaver Krümmung (nach einer logarithmiſchen Linie) zu begrenzen. Es iſt dieſe Ausführung aber nur ſehr vereinzelt bei hohen Viaduktpfeilern zur Anwendung gelangt, und man zieht es der Einfachheit wegen vor, den Pfeilern ebene Seitenflächen zu geben und allenfalls die Stärke am Pfeilerfuße durch Abſätze zu vergrößern. Pfeilern, die wagerechte Kräfte aufzunehmen haben, d. h. Pfeiler von Sprengwerks- und Bogenbrücken, wird auch ein ſtärkerer Anzug der Seitenflächen, zuweilen bei ungleicher Größe der angrenzenden Oeffnungen auch unſymmetriſche Form gegeben. Der oberſte, in der Höhe der Auflager des Brückenüberbaues befindliche Teil des Pfeilers heißt Pfeilerkopf. Er erhält eine Abdeckung mit einer gewöhnlich geſimsartig vortretenden Hauſteinſchicht. Iſt der Ueberbau aus Eiſen oder Holz, ſo kommen unter die Hauptträger die entſprechend großen Auflagsquader (bei Bogenbrücken Kämpferſteine). Das Pfeilermauerwerk wird im Innern gewöhnlich nur aus lagerhaftem Bruchſteinmauerwerk hergeſtellt und, bei Strompfeilern wenigſtens, an den Seitenflächen mit Quadern oder Hackelſteinen verkleidet (Fig. 3). Auch Beton wird für das Pfeilerinnere verwendet (Ausführungen in England, Württemberg). Wegen der beſſeren Druckverteilung und Bindung des

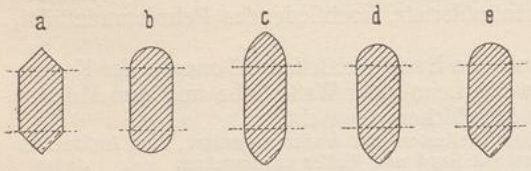


Fig. 1.

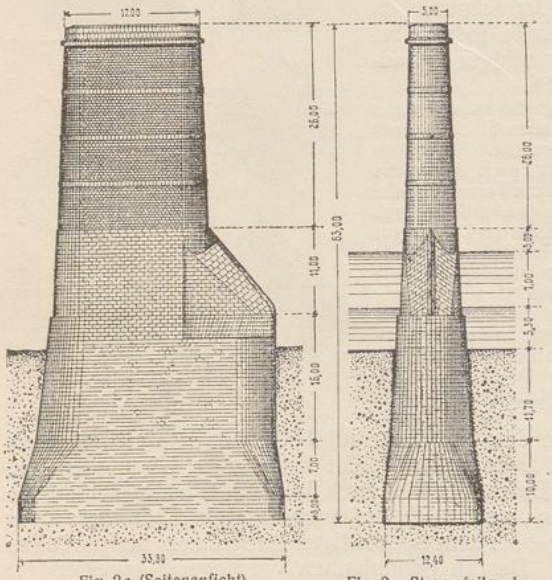


Fig. 2a (Seitenanſicht).

Fig. 2. Strompfeiler der Brücke über die Donau bei Czernavoda (Vorderanſicht).

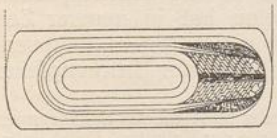


Fig. 2b (Draufſicht).

Mauerwerks gibt man in der Regel in Höhenabſtänden von 3—4 m ganz durchbindende Quaderſchichten und unter den Auflagsſteinen je nach der Größe der Belaſtung eine bis drei Druckverteilungsſchichten.

Die Pfeilerſtärke wird bei Balkenbrücken nach empiriſchen Regeln bemeſſen; bei Bogen- und Sprengwerksbrücken iſt eine ſtatiſche Unterſuchung durchzuführen, derart, daß man bei einem Mittelpfeiler die eine angrenzende Oeffnung belaſtet, die andre unbelaſtet annimmt und die größten Fugenpreſſungen beſtimmt, die von den ſchräg gerichteten Reſultierenden aus dem Pfeilergewicht und den beiderſeitigen Kämpferdrücken hervorgerufen werden (Fig. 4). Formeln für die obere Stärke der Pfeiler von Strombrücken mit Balkenträgern wurden aufgeſtellt von

Winkler: $b = 0{,}2 + 0{,}04\,l + 0{,}06\,h$ G. Meyer: $b = 1{,}5 + 0{,}0005\,l^2$

Becker: $b = 0{,}76 + 0{,}147\,h\sqrt[3]{\frac{l}{h}}$ Fränkel: $b = 0{,}26 + 0{,}061\,l - 0{,}00058\,l^2 + 0{,}00069\,v\,h_1\,l$, ferner $b = 1{,}0 + 0{,}3\,l$.

Hierin bezeichnet b Stärke, h Höhe des Pfeilers, l Spannweite, h_1 Höhe des Hochwaſſers über Flußſohle, v größte Hochwaſſergeſchwindigkeit, alle Maße in Metern.

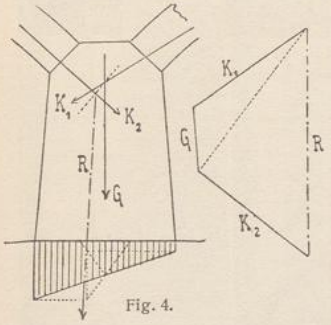


Fig. 4.

Bei Brücken mit bloß zwei Haupttragwänden werden die Pfeiler nur in äußeren Teilen unmittelbar belaſtet; man hat deshalb über Waſſer ſtehende Pfeiler zuweilen auch an der Längsſeite mit einer Oeffnung durchbrochen (Fig. 5) oder aus zwei iſolierten ſäulenartigen Teilen aufgeführt, in letzterem Falle dann aber jedenfalls in Hauſtein und mit genügender Querſchnittsabmeſſung, um die Stabilität zu ſichern. Eine Erſparnis iſt mit dieſer Anordnung wegen der Vergrößerung der ſichtbaren Flächen in der Regel nicht verbunden. Nur bei ſehr großen Brücken, die eine breite Pfeilerbaſis erfordern und allenfalls einen eiſernen Pfeileraufſatz erhalten, wird es zweckmäßig ſein, die Pfeiler auch ſchon im Fundament aus getrennten Mauerwerkszylindern zu bilden (Forthbrücke, ſ. [3]). Zuweilen erhält der Pfeiler über dem Auflager der Brückenkonſtruktion noch eine Fortſetzung (Pfeileraufſatz), namentlich bei Bogenbrücken (Fig. 6), dieſer Teil kann, weil ohne Belaſtung, bloß in Hohlmauerwerk ausgeführt werden oder er iſt bei durchgehender Eiſenkonſtruktion überhaupt nur auf die Pfeilerſtirnen beſchränkt. Bei Betonbrücken ſind vielfach auch die Pfeiler ganz aus Stampfbeton oder aus armiertem Beton ausgeführt worden. Im erſteren Falle (Beiſpiele: Topekabrücke, Kanſas [Nordamerika], Brücke über den Great-Miami-River bei Dayton u. a., Polceverabrücke bei Genua) entſprechen die Formen und Abmeſſungen jenen von Steinpfeilern, und Zugſpannungen im Pfeilerkörper ſind auszuſchließen; im letzteren Falle können die Stärken geringer gewählt werden, da der Pfeiler durch

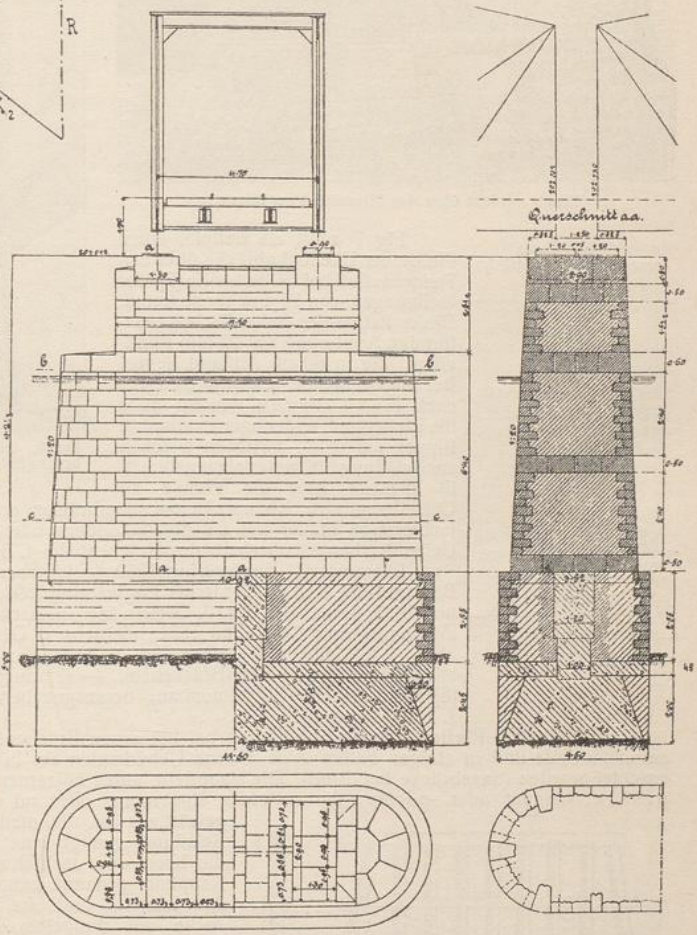


Fig. 3. Donaubrücke bei Krems (eingleiſige Bahnbrücke).

die Eisenarmierung imstande ist, Biegungsspannungen aufzunehmen, die durch wagerechte Stützenkräfte oder durch Einspannungsmomente bei fester Verbindung des Tragwerks mit den Pfeilern hervorgerufen werden.

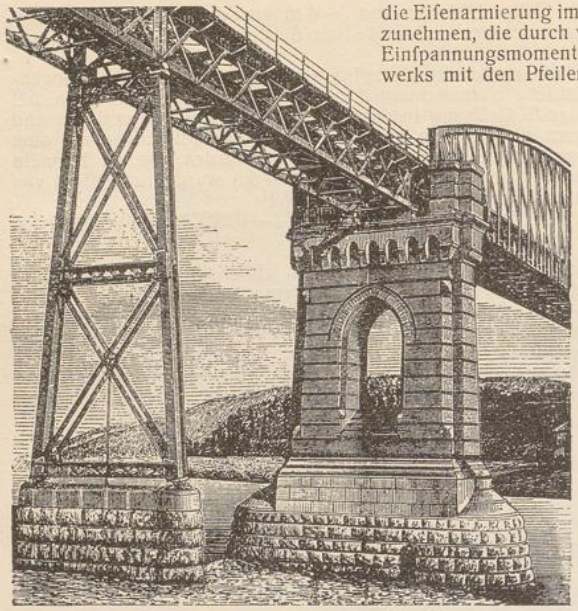


Fig. 5. Brücke über den Minnesund bei Minne.

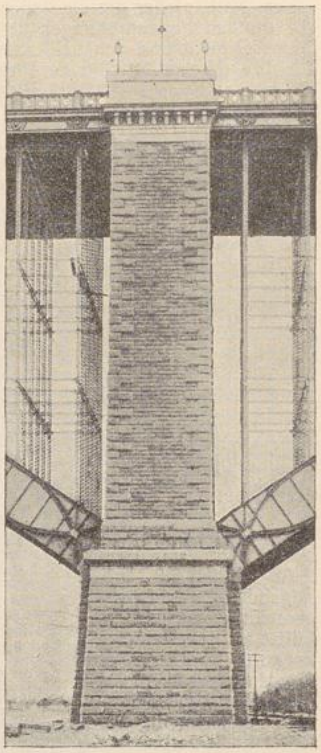


Fig. 6. Mittelpfeiler der Washingtonbrücke in New York. Spannweite 157 m, Höhe 46 m.

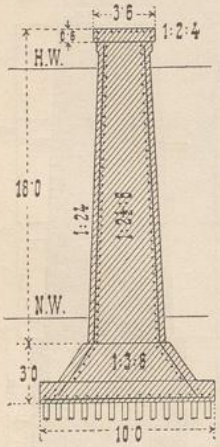


Fig. 7.

Fig. 7 zeigt als Beispiel einen Pfeiler der Eisenbahnbrücke über den Tennesseefluß bei Gilbertsville [7], der Oeffnungen von 91,4 m Weite trennt. Dieser hat an den Seitenflächen netzförmige Armierung aus 22 mm Rundeisen, die in 60 cm Abstand liegen. Bei Bogenbrücken mit Rippenträgern nach Hennebique wurden auch die Pfeiler und Widerlager in armierte Rippen aufgelöst, zwischen welchen zur Belastung Füllmaterial eingebracht ist (Brücke über die Vienne zu Châtellerault) [8]. Kleinere Betonbalkenbrücken erhielten in einigen Fällen jochförmige Pfeiler aus Eisenbetonständern oder bockförmige Joche [8]. Ueber Aufbauten oberhalb der Brückenbahn s. Brückenportale.

Literatur: [1] Engineering 1869. — [2] Ebend. 1872. — [3] Allgem. Bauztg. 1890, Heft 9—11; ferner Engineering 1890. — [4] Engineering 1872, und 1873; ferner Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1874 und 1877. — [5] Engineerung 1870 und 1871; Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1874. — [6] Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, 1. Heft; ferner die allgemeinen Werke über Brückenbau. — [7] Engineering Record 1905. — [8] Handbuch für Eisenbetonbau, herausgegeben von Emperger, Bd. 3, 1. Teil, Berlin 1907.

b) **Hölzerne Pfeiler** oder Joche finden bei hölzernen Brückenüberbauten Anwendung, ausnahmsweise sind in einigen Fällen auch eiserne Ueberbauten auf hölzernen Zwischenjochen errichtet worden (Savebrücke bei Brod). Die Hauptteile eines hölzernen Joches sind die Jochpfähle, -ständer oder -piloten, die entweder eingerammt oder auf eine Grundschwelle aufgesetzt werden. Bei niedriger Höhe und geringer Belastung genügt eine Pfahlreihe, auf welche die Kron- oder Jochschwelle *a*, auch Holm oder Kappholz genannt, aufgezapft wird (vgl. Fig. 8). Auf letzterer sind die Brückenträger gelagert. Joche mit doppelten Pfahlreihen, sogenannte Doppeljoche, werden bei größerer Belastung oder dort angewendet, wo eine größere Stabilität gegen Kräfte, die in der Längsrichtung der Brücke wirken, erfordert wird. Die Pfähle dieser Doppeljoche werden entweder (bei Straßenbrücken zumeist) lotrecht gestellt oder (bei Eisenbahnbrücken) zur Erhöhung der Stabilität des Joches

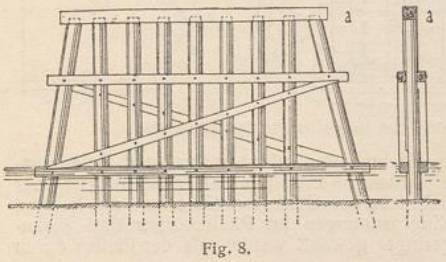


Fig. 8.

gegen Längskräfte fchräg unter einer Neigung von $^1/_{15}$—$^1/_{10}$ angeordnet (Fig. 9). Gewöhnlich werden dann auch zwei Jochholme angebracht, die mit den Pfählen direkt verzapft oder auf Kapphölzer gelegt werden, die jedes Paar Pfähle miteinander verbinden. Stark belaftete Joche, welche die Mittelpfeiler größerer Spannweiten bilden oder bei Sprengwerksbrücken größere Horizontalkräfte aufzunehmen haben, wird man aus drei oder vier Pfahlreihen bilden, von denen die äußeren wieder fchief angeordnet werden (Fig 10). Um dem Joche auch quer zur Brückenachfe einen größeren Widerftand gegen Horizontalkräfte (Wind, Stoß des Waffers und Eifes fowie Seitenfchwankungen der Fahrzeuge) zu geben, werden die vorderften Pfähle fchief gefetzt und zuweilen auch noch in der Mitte folche Strebepfähle angeordnet. Bei ftarken Eisgängen ift es nötig, ftromaufwärts mehrere Strebepfähle hintereinander zu fchlagen oder den Jochen befondere Eisbrecher vorzubauen. Ueber dem Waffer fpiegel werden die in einer Reihe ftehenden Jochpfähle durch feitlich angefchraubte horizontale Hölzer, fogenannte Gurten oder Zangen, verbunden. Zuweilen werden zur weiteren Verfteifung des Joches zwifchen den Gurten noch fchräge Streben angebracht. Stromjoche erhalten gewöhnlich innerhalb der Spiegel des Nieder- und Hochwaffers eine Verfchalung aus Bohlen oder Halbhölzern, die an die Pfähle genagelt oder gefchraubt werden. Wegen des leichteren Austrocknens des Holzwerks ift den Schalhölzern ein größerer Zwifchenraum zu geben. Bei Jochen, die im Waffer ftehen, werden die Pfähle immer gerammt; Pfeilern im Trockenen gibt man, falls fie mehr den Charakter von definitiven Konftruktionen tragen, am beften einen gemauerten Sockel, da eingerammte Pfähle leicht abfaulen. Die Jochftänder werden dann in eine auf den Sockel aufgelegte Grundfchwelle eingezapft. Bei mehr proviforifchen Bauten und feftem Untergrund kann die Grundfchwelle auch unmittelbar auf den geebneten und abgeräumten Boden gelegt werden. Häufig werden eingerammte Joche aus zwei Teilen, dem Grundjoch und dem Oberjoch oder aufgefetzten Joch, gebildet. Bei Jochhöhen über 7 m wird diefe Konftruktion wegen der für ein einteiliges Joch nicht ausreichenden Pfahllänge gewählt; fonft kann aber auch der Umftand dafür maßgebend fein, daß der beftändig unter Waffer befindliche Jochteil länger in gutem Zuftande bleibt als das abwechfelnder Näffe und Trockenheit ausgefetzte und daher eher einer Erneuerung bedürftige Holzwerk der Jochftänder. Man hat daher eine Trennung in Niederwafferhöhe vorgenommen und das Grundjoch aus fenkrecht gerammten Pfählen gebildet, die mit den Ständern des aufgefetzten Joches durch Gurthölzer und Zangen gut zu verbinden find, fo daß weder eine Längs- noch eine Querverfchiebung der beiden Jochteile eintreten kann. Gegen ftarke Eisgänge find folche aufgefetzte Joche allerdings weniger widerftandsfähig als einteilige Joche. Die Stärke und die Anzahl der Pfähle eines bloß lotrecht belafteten Joches ift zunächft mit Rückficht auf die Tragfähigkeit des Untergrundes zu bemeffen. Das Schlagen von Probepiloten gibt Auffchluß darüber, welche Belaftung einem Pfahle entfprechend feinem Eindringen bei den letzten Rammfchlägen auferlegt werden kann (f. die betreffenden Formeln unter Pfähle). Dann find aber auch die über dem Boden freiftehenden Jochpfähle auf Knickung zu berechnen, wobei eingerammte Pfähle mit dem unteren Ende als eingefpannt angefehen werden können, fo daß für die Knicklänge 0,7 der Jochhöhe einzufetzen ift. Für die Pfeiler der Sprengwerksbrücken ift die eine angrenzende Oeffnung belaftet, die andre unbelaftet anzunehmen. Die Refultierende der fchiefen Strebenkräfte gibt die auf das Joch einwirkende äußere Kraft, aus deren Richtung und Größe wieder die Beanfpruchung der Jochpfähle abzuleiten ift.

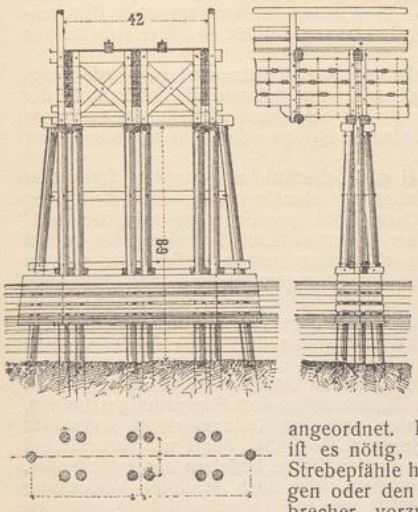


Fig. 9.

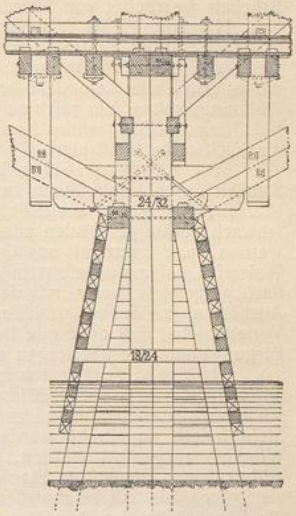


Fig. 10.

Hohe Pfeiler, für deren Jochftänder die einfache Länge der vorhandenen Hölzer nicht ausreicht, können auf zweierlei Art konftruiert werden. Entweder ordnet man gewöhnliche einfache Joche an, die untereinander, an den Stoßftellen der Jochftänder, verbunden und dadurch gegen Ausknicken gefichert werden, oder man führt freiftehende Gitterpfeiler aus, die nach Art der eifernen Gitterpfeiler die nötige Steifigkeit durch Anordnung von Gitterwerk zwifchen den Jochftändern erhalten. Die erfte Anordnung entfpricht den fogenannten Gerüftbrücken (f. d.); die Joche ftehen ziemlich nahe (6—8 m), um eine Verbindung möglich zu machen, die durch horizontale Gurthölzer und in einzelnen Feldern auch durch diagonale Verftrebungen zwifchen den Jochen bewirkt wird. Hölzerne Gitterpfeiler, welche die Anordnung größerer Spannweiten vorausfetzen, find nur in einigen wenigen Fällen zur Anwendung gekommen (alte Brücke über

den Mſta auf der Moskau—Petersburger Bahn). Heute wird man kaum daran denken, größere Viadukte im Charakter definitiver Bauten ganz aus Holz zu konſtruieren; es wird ſich ſonach nur um hölzerne Proviſorien handeln, für welche die Form der Gerüſtbrücken die zweckmäßigſte iſt.

Literatur: [1] Handbuch der Ing.-Wiſſenſch., Bd. 2, Brückenbau, 1. Abt., 4. Kap., Hölzerne Brücken, bearbeitet von Heinzerling, Leipzig 1886. — [2] Winkler, E., Vorträge über Brückenbau; Hölzerne Pfeiler (als Manuſkript gedruckt), Wien 1872. — [3] Ritter, W., Der Brückenbau in den Vereinigten Staaten Amerikas, Bern 1894.

c) **Eiſerne Pfeiler** gelangen bei Brücken an Stelle von Steinpfeilern dort zur Ausführung, wo es ſich, wie beſonders bei Stadtbahnbrücken, entweder um geringere Einſchränkung der Oeffnungsweiten, um raſchere und billigere Ausführung oder bei hohen Pfeilern um geringere Belaſtung des Baugrundes handelt. Niedere Pfeiler werden als Säulen oder Röhren, hohe Pfeiler als Fachwerke konſtruiert.

Die Säulenpfeiler kommen vornehmlich bei der Ueberbrückung breiter, frequenter Straßen durch Hochbahnen zur Anwendung. Sie beſtehen aus einzelnen oder einer Reihe von Stützen, die früher ausſchließlich aus Gußeiſen in Form hohl gegoſſener zylindriſcher oder ſchwach verjüngter Säulen ausgeführt wurden, jetzt aber häufig auch aus Schmiedeeiſen gebaut werden, und zwar mit aus Quadranteiſen gebildetem röhrenförmigem oder ſonſt aus anderm Walzeiſen zuſammengeſetztem Querſchnitt. Die älteren Ausführungen zeigen ferner durchwegs flach aufgeſetzte bezw. mit dem Unterbau verankerte Säulen, während in neuerer Zeit deren Ausbildung zu Scharnierſäulen, unter Anwendung ſphäriſcher Lager, die übliche iſt und den Vorteil bietet, daß die Säule ſtets zentriſch belaſtet wird und auf ſie durch den Ueberbau keine Biegungsmomente übertragen werden.

Röhrenpfeiler aus zwei, höchſtens drei zumeiſt mittels Luftdruckgründung verſenkter, untereinander gekuppelter Röhren beſtehend, haben für Strombrücken dort Anwendung gefunden, wo Eisgänge nicht beſonders gefährlich werden konnten und eine Koſtenerſparnis gegenüber Steinpfeilern angeſtrebt wurde. Sie ſind zuerſt in England (1849 bei der Themſebrücke bei Windſor) ausgeführt worden, und die zumeiſt 2—3 m weiten Rohre beſtehen aus gußeiſernen, mittels innen liegender Flanſchen verſchraubten Trommeln, die nach erfolgter Verſenkung wenigſtens bis auf Hochwaſſerhöhe mit Beton ausgefüllt wurden. Derartige Pfeiler erhielten die Ebrobrücke der Pampelona—Saragoſſa-Bahn, die Seinebrücke bei Argenteuil, die Allièrebrücken bei St. Germain und bei Moulins, die Theißbrücke bei Szegedin, die Garonnebrücke bei Bordeaux, die Niemenbrücke bei Kowno u. a. Später hat man in einigen Fällen (Brücke über den Guadalquivir der Cordoba—Sevilla-Bahn) die Röhren auch aus Schmiedeeiſen hergeſtellt und dadurch jedenfalls widerſtandsfähigere Bauwerke geſchaffen. Im allgemeinen wird jetzt dieſe Pfeilerkonſtruktion nur noch ſelten angewendet; ein neueres Beiſpiel iſt die neue Taybrücke, deren Pfeiler über Hochwaſſer aus achteckigen aus Blechen und Formeiſen zuſammengeſetzten, oben bogenförmig verbundenen Röhren beſtehen.

Eine weitere Gruppe der eiſernen Pfeiler kann man als Piloten- oder Jochpfeiler bezeichnen. Sie beſtehen aus in den Boden eingeſchraubten gußeiſernen oder eingerammten ſchmiedeeiſernen Pfählen, die ganz nach Art der Pfähle eines Holzjoches reihenförmig angeordnet und untereinander durch Kreuzverſtrebung verbunden ſind [8]. Für leichte Brücken kleinerer Spannweite, geringe Waſſertiefen und leichten Boden erweiſt ſich die Anordnung eingeſchraubter oder gerammter ſchmiedeeiſerner Joche aus ⊢⊣-Pfählen nicht unzweckmäßig, jedenfalls hat ſie den Vorteil der Billigkeit.

Höhere Pfeiler, wie ſie bei Talbrücken vorkommen, werden bei Ausführung in Eiſen als auf einem gemauerten Unterbau aufgeſetzte Fachwerke konſtruiert. Je nach ihrer Anordnung laſſen ſich Turm- oder Gitter-, Pendel- und Gerüſtpfeiler unterſcheiden.

Die eiſernen Turmpfeiler haben ihre Vorläufer an den ganz aus Gußeiſen aufgeführten Pfeilern (Pylonen) mehrerer Kettenbrücken, ſo der Maasbrücke bei Seraing u. a. Die erſten turmartigen, aus verſtrebten Ständern gebildeten Pfeiler wurden von Liddle und Gordon beim Crumlinviadukte 1853 zur Ausführung gebracht. In den folgenden Jahren kamen durch Nördling im Zuge der Orleansbahn eine Anzahl großer Viadukte, ſämtlich mit eiſernen Gitterpfeilern, zur Erbauung. Die Pfeiler dieſer franzöſiſchen Viadukte haben Pyramiden- oder Obeliskform und beſtehen aus gußeiſernen röhrenförmigen Ständern, die durch horizontale Riegel und Diagonalkreuze aus Schmiedeeiſen miteinander verbunden ſind. Bei den zuerſt erbauten Viadukten (über die Cère und Creuſe) enthalten die Pfeiler ſechs und acht ſolche Ständer, bei den ſpäter erbauten Viadukten (Bouble, Sioule, Bellon, Neuvial) ſind die Pfeiler nur aus vier Ständern zuſammengeſetzt. Nach dieſen franzöſiſchen Muſtern wurden Ende der ſechziger und Anfang der ſiebziger Jahre auch anderwärts eiſerne Gitterpfeiler zur Ausführung gebracht, ſo in Spanien, Italien, in Oeſterreich beim Iglawa- und Weißenbachviadukt. Auch in Amerika war der eiſerne Pfeilerbau aufgegriffen und übereinſtimmend mit der amerikaniſchen Konſtruktionsweiſe ausgebildet worden. Schon die erſten Ausführungen zeigen jedoch gegenüber den europäiſchen Beiſpielen eine weſentliche und wichtige Neuerung, nämlich den gänzlichen Ausſchluß des Gußeiſens, indem auch für die Ständer nur Schmiedeeiſen zur Verwendung gelangte. Anfänglich wurde hierfür die Röhrenform beibehalten und dieſelbe aus Quadrant- oder Sextanteiſen gebildet. Später, ſo bei dem 1877 erbauten Kentucky-River-Viadukt und bei zahlreichen andern Viadukten mit Eiſenpfeilern, wählte man für die Ständer eine aus Winkeleiſen und Blechen gebildete Kaſtenform. Seit dem Ende der ſiebziger Jahre ſind auch die in Europa erbauten eiſernen Viaduktpfeiler ganz aus Schmiedeeiſen errichtet worden, und hierfür ſprachen in erſter Linie dieſelben Gründe, welche auch bei den Brückenüberbauten zum gänzlichen Ausſchluß des Gußeiſens geführt hatten. Beiſpiele dieſer neueren Ausführungen ſind in Deutſchland der Viadukt bei Angelrode auf der Linie Arnſtadt—Ilmenau und der Niddaviadukt zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aſſenheim, in Frankreich der Viadukt über die Siagne, in der Schweiz die 1875/77 erbauten Viadukte der Schweizeriſchen Nordoſtbahn, und zwar der Thurviadukt bei Oſſingen, die Rheinbrücke bei Stein, der Reußviadukt bei Mellingen und die Guggilochbrücke der Toggenburger Bahn. In Oeſterreich wurden 1892 an dem Iglawaviadukt der Oeſterreichiſch-ungariſchen Staatsbahn die urſprünglich mit Gußeiſenſtändern ausgeführten Gitterpfeiler durch ganz aus Schmiedeeiſen hergeſtellte Pfeiler erſetzt (Fig. 11). Eines der höchſten Bauwerke dieſer Art iſt der ſchon obenerwähnte Kentuckyviadukt der Cincinnatiſüdbahn mit eiſernen Turmpfeilern von 52,9 m Höhe auf 20 m hohen Steinſockeln; er wird aber an Höhe noch übertroffen von dem Mallecoviadukt in Chile mit eiſernen Turmpfeilern von 43,7—75,7 m Höhe. In Verbindung mit Bogenträgern ſind eiſerne Gitterpfeiler bei der Dourobrücke bei Oporto, beim Garabitviadukt und beim Wupperviadukt zur Anwendung gekommen, in der Art, daß hier der Ueberbau einer großen Mittelöffnung mittels eiſerner Gitterpfeiler auf einen dieſe Oeffnung überſpannenden Fachwerksbogen geſtützt iſt. — Die vier Eckſtänder der Turmpfeiler werden nach außen geneigt, ſo daß die Form einer abgeſtutzten Pyramide oder eines Obelisken entſteht. Gewöhnlich iſt die Neigung ſenkrecht zur Brückenachſe größer als nach der Längsachſe und wird die Baſisbreite nach Möglichkeit ſo groß gewählt, daß auf den Pfeilerſockel keine oder nur geringe Zugkräfte durch die Verankerung der Ständer übertragen werden.

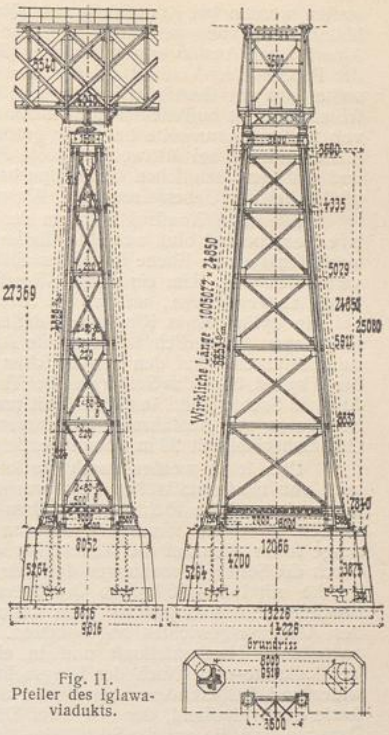


Fig. 11.
Pfeiler des Iglawaviadukts.

Die Gerüſtpfeiler ſind eine beſondere Ausbildung der Turmpfeiler, welche insbeſondere in Amerika, in neuerer Zeit aber auch bei uns Anwendung gefunden hat. Die vier einen Pfeiler zuſammenſetzenden Ständer ſtehen in zwei parallelen lotrechten und zur Brückenlängsachſe ſenkrechten Ebenen und ſind untereinander wieder durch Horizontalriegel und Diagonalkreuze verbunden. Quer zur Brückenachſe ſind die Ständer geneigt, dagegen unterſcheiden ſich die Gerüſtpfeiler von den obeliskartigen Turmpfeilern dadurch, daß ſie in der Richtung der Brückenlängsachſe breiter ſind, nach oben keine Verjüngung haben, daher den Ueberbau nicht bloß in einem Punkte ſtützen, ſondern einer überſpannenden Tragkonſtruktion bedürfen. Die Ständer des Pfeilers ſind ferner nicht wie dort auf einen zuſammenhängenden Sockel geſtellt, ſondern auf getrennte Mauerkörper, wobei ſie bei abfallendem Terrain auch verſchieden hoch ſein können. Die Spann-

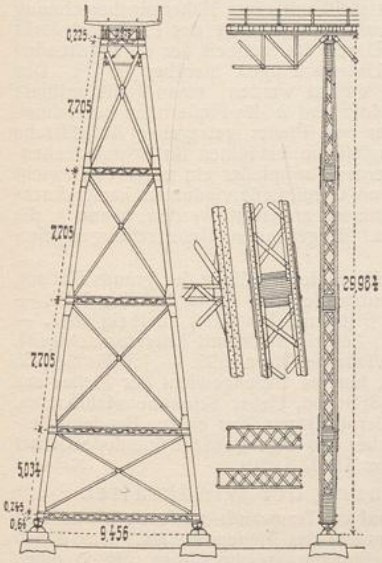


Fig. 13. Viadukt über das Solbergtal.

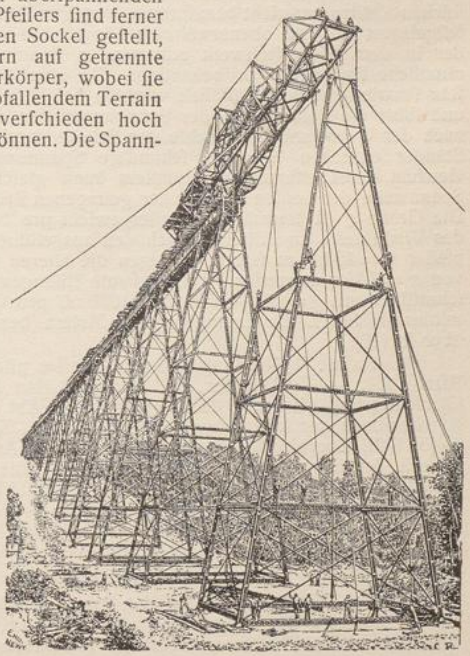


Fig. 12. Panther-Creek-Viadukt, Pennſylvanien.

weiten werden bei Anordnung von Gerüſtpfeilern, dem leichteren Pfeilerbau entſprechend, verhältnismäßig klein gewählt. In großer Zahl ſind ſolche eiſerne Gerüſtbrücken (trestleworks) in Amerika zur Ausführung gekommen (Fig. 12); eines der bedeutendſten Bauwerke dieſer Art iſt der Peccos-River-Viadukt auf der Southern Pacificeiſenbahn mit Feldern von 11—20 m Spannweite und mit Gerüſtpfeilern bis zu 100 m Höhe; ferner der Viadukt über den Loafluß in der ſchmalſpurigen boliviſchen Andenbahn mit Gerüſtpfeilern von 9,75 m Breite und Zwiſchenfeldern von 24,4 m Spannweite bei einer größten Höhe von 102 m. In Deutſchland beſtehen Gerüſtpfeilerviadukte bei Mittweida (größte Pfeilerhöhe 30,6 m, Spannweite der Zwiſchenfelder 25 m) und auf der ſächſiſchen Schmalſpurbahn Saupersdorf—Wölzſchhaus; auch gelangten Gerüſtpfeiler bei der Ueberſetzung des Wuppertales bei Müngſten zur Ausführung.

Die dritte Konſtruktionsform der eiſernen Fachwerkspfeiler, die Wand- oder Pendelpfeiler, beſteht bloß aus einer Reihe, meiſt nur zwei, in einer lotrechten und zur Brückenachſe ſenkrechten Ebene ſtehenden Stützen, die untereinander wieder durch eine Ausfachung verbunden ſind. Um eine ungünſtige Beanſpruchung durch in der Brückenlängsachſe wirkende Kräfte zu verhindern, müſſen die Ständer gelenkförmig gelagert werden, und zwar entweder auf ein zylindriſches Kipplager, deſſen Achſe ſenkrecht zur Brückenachſe ſteht, oder auf ein Kugellager. Natürlich iſt auch die Auflagerung der Träger auf den Pfeilern mit Kipplagern durchzuführen. Auf den norwegiſchen Staatsbahnen beſtehen mehrere derartige Bauwerke, ſo der Viadukt über das Solbergtal bei Thomter (Fig. 13), der Lyſedal-, Barug- und Haabölviadukt. Auch in Sachſen ſind in letzter Zeit mehrere Viadukte mit Pendelpfeilern auf den neuen Staatsbahnlinien zur Ausführung gekommen; der bedeutendſte darunter iſt der Viadukt über das Oſchützbachtal mit 20 m hohen Pendelpfeilern.

Die Pfeiler werden durch die lotrechten Drücke des aufgelagerten Ueberbaues, dann aber auch von Horizontalkräften beanſprucht, welche im allgemeinen ſowohl ſenkrecht zur Brückenachſe als auch in Richtung derſelben wirken. Die quer zur Brückenachſe gerichteten Kräfte werden durch den Winddruck auf den Ueberbau und die auf der Brücke befindlichen Fahrzeuge ſowie auch auf die Anſichtsfläche des Pfeilers, weiters aber auch bei Eiſenbahnbrücken durch die Seitenſchwankungen der Fahrzeuge hervorgerufen. Der Winddruck wird bei belaſteter Brücke mit 150—170 kg pro Quadratmeter Anprallfläche eingeführt und zur Berückſichtigung der Seitenſchwankungen an jeder Lokomotivachſe eine Horizontalkraft von etwa einem Siebtel des Adhäſionsgewichtes angenommen. Dieſe Kräfte ſetzen ſich in eine an der Pfeilerkrone angreifende Horizontalkraft und in ein Paar in den Auflagern des Ueberbaues wirkender Vertikalkräfte um. Nach der Längsachſe der Brücke übertragen ſich auf den Pfeiler der Zugswiderſtand, insbeſondere aber Kräfte, die bei einem etwaigen Bremſen der Fahrzeuge auftreten, ſowie der Widerſtand, der ſich einer Dilatation des Ueberbaues in den Auflagern entgegenſtellt. Dagegen ſind die auf die Stirnfläche des Zuges und der Tragkonſtruktion ſowie die Seitenfläche der Pfeiler geäußerten Winddrücke meiſt geringfügig. Aber auch die von der Zugsbewegung und der Temperaturwirkung herrührenden Längskräfte ſind in ihrer Größe durch den Bewegungswiderſtand der Auflager des Ueberbaues begrenzt. Bei Anwendung von beweglichen Lagern ſind ſonach von den Pfeilern nur kleine Längskräfte aufzunehmen, Pendelpfeiler werden von ſolchen Kräften gar nicht beanſprucht, dagegen ſind bei jenen Pfeilern, auf welche der Ueberbau feſtgelagert iſt, die obenerwähnten Längskräfte wohl zu berückſichtigen. Für die Ermittlung der in dem Pfeilerfachwerk auftretenden Spannungen ſind die Turm- und Gerüſtpfeiler als räumliche Fachwerke zu behandeln. Da aber bei ſtatiſcher Unbeſtimmtheit die Unterſuchung ſehr ſchwierig und umſtändlich wird, ſo behilft man ſich meiſt mit einer Näherungsberechnung und führt die Beſtimmung der Spannungen für die ebenen Projektionen des Pfeilerfachwerks nach der Quer- und Längsachſe der Brücke durch [6]. Durch die Steifheit der durchgehenden Ständer entſtehen überdies ſekundäre Spannungen. Unterſuchungen hierüber in [7]. Das Gewicht eines eiſernen Turmpfeilers kann gleich $g\,l\,h$ geſetzt werden, wenn l die mittlere Spannweite der beiden vom Pfeiler getragenen Brückenfelder und h die Pfeilerhöhe bezeichnet. Die Größe g iſt ſonach das Pfeilergewicht pro 1 qm der vom Pfeiler getragenen Aufrißfläche des Viaduktes. Im Mittel iſt nach den ausgeführten eingleiſigen Viadukten für Schmiedeeiſenpfeiler $g = 45$ kg zu ſetzen, wogegen die älteren gußeiſernen Turmpfeiler ein mittleres Gewicht von $g = 70$ kg aufweiſen. Das geſamte Eiſengewicht von Gerüſtpfeilerviadukten kann durchſchnittlich mit $g = 30 + 1000 : h - 1000 : L$ pro Quadratmeter angeſetzt werden, wenn h die mittlere Höhe, L die Geſamtlänge in Metern bezeichnet. Eingehendere Unterſuchungen hierüber in [10].

Literatur: [1] Nördling, Mémoire sur les piles en charpente métallique des grands viaducs, Paris 1864. — [2] Winkler, E., Vorträge über Brückenbau (eiſerne Pfeiler), Wien 1872. — [3] Heinzerling, Brücken der Gegenwart, 1. Abt., Heft 6 (eiſerne Viadukte), Leipzig 1887. — [4] Handbuch der Ingenieurwiſſ., Bd. 2, 5. Abt., Kap. 15, Leipzig 1889 (mit Literaturnachweis). — [5] Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Artikel Viadukte, Wien 1895. — [6] Winkler, E., Theorie der Gitterpfeiler, Wien 1872. — [7] Allievi, L., Inneres Gleichgewicht der Pfeiler aus Metallkonſtruktion, deutſch von R. Totz, Wien 1888. — [8] Schön, Ueber Schraubenpfahlbauten, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen. u. Arch.-Ver., 1888. — [9] Preßler u. Krüger, Der eiſerne Pendelpfeilerviadukt bei Weida, Civil-Ing. 1887. — [10] Engeſſer, Ueber das Eigengewicht ſchmiedeeiſerner Brückenpfeiler, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1894, S. 319. *Melan.*

Pfeiler, eiſerne (graphiſche Berechnung der Windkräfte).

Es ſei (Fig. 1) W_1 der auf den Bahnzug, W_2 der auf die Tragwände treffende Winddruck; W_3 bis W_7 ſeien die Winddrücke, die auf die Knotenpunkte des Pfeilers treffen. Um die in den Stäben des Pfeilers auftretenden Windkräfte zu beſtimmen, zeichnet man (Fig. 2) einen Cremonaſchen Kräfteplan (ſ. d.). Dabei betrachtet man die nach rechts fallenden Dia-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

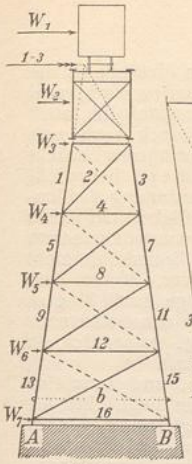


Fig. 1.

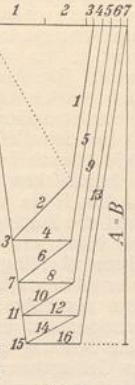


Fig. 2.

gonalen als Gegenſtreben, d. h. als nicht vorhanden. Man ſetzt zuerſt die Kräfte W_1 bis W_3 zu einer Mittelkraft zuſammen und zerlegt dieſe nach dem Culmannſchen Verfahren (ſ. d.) in die drei Stabkräfte 1, 2 und 3. Dann ſtellt man für den unteren Endpunkt des Stabes 1 Gleichgewicht her, indem man für die daſelbſt zuſammentreffenden Kräfte 1, 2, 4, 5 und W_4 ein geſchloſſenes Krafteck zeichnet; dadurch bekommt man die Größe von 4 und 5. Hierauf bringt man die am unteren Ende des Stabes 3 zuſammentreffenden Kräfte zum Gleichgewicht und findet dabei die Kräfte 6 und 7. So fährt man fort, bis man bei der Kraft 16 anlangt. Die Geſamthöhe der Figur ſtellt dann den lotrechten Druck dar, den der Wind in B auf das Mauerwerk ausübt; er iſt gleich groß wie die Zugkraft, die im Punkte A auf das Mauerwerk ausgeübt wird. Erſterer wird zu dem Druck, den die Vertikalbelaſtung des Pfeilers erzeugt, hinzugefügt, letztere davon abgezogen. Iſt A größer als die Wirkung der vertikalen Laſten, ſo muß der Pfeiler unbedingt verankert werden. Als Probe für die Richtigkeit des Kräfteplans kann gelten, wenn das ſtatiſche Moment ſämtlicher Winddrücke, bezogen auf den Pfeilerfuß, gleich iſt der Kraft A, multipliziert mit der Breite b des Pfeilerfußes.

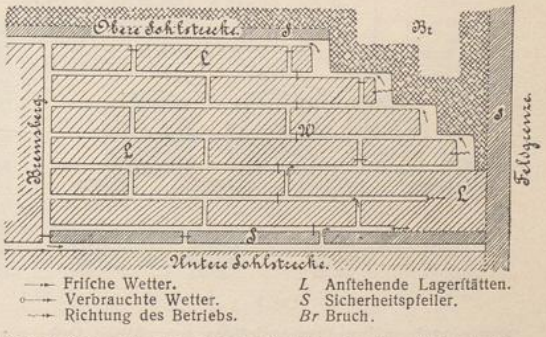
Literatur: Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 6, 3. Aufl., 15. Kap.: Die eiſernen Brückenpfeiler von G. Mantel.

Mörſch.

Pfeilerbau, Abbaumethode (ſ. Abbau) für reine Kohlenflöze, bei welcher das Flöz durch Auffahrung von Strecken in für den Abbau geeignete kleinere Abſchnitte, Pfeiler genannt, geteilt wird.

Das Hangende wird eine Zeitlang zum Schutze der Arbeiter durch Zimmerung unterſtützt; an dem benachbarten Bruche werden beſondere Bruchſtempel geſtellt. Mit dem Vorrücken des Abbaues wird die Zimmerung allmählich herausgenommen (geraubt), und das Hangende bricht nieder. Im Bruche, dem abgebauten Teile des Grubenfeldes, zeigt ſich meiſtens, da das Gebirge in Bewegung gekommen iſt, ſtarker Druck, ſo daß es ſchwer ſein würde, Strecken in demſelben offen zu erhalten. Die Beſchaffenheit des Bruches hängt von der Natur der hangenden Geſteine ab; tonige Geſteine ſetzen ſich gewöhnlich bald feſt zuſammen, dagegen bilden Sandſteine, Konglomerate u. ſ. w. in der Regel einen grobſtückigen Bruch, in dem ſich oft jahrelang ein Syſtem von Hohlräumen offen erhält. Derartiger Bruch kann namentlich dann, wenn unreine Kohlenſchichten mit niedergebrochen ſind, dadurch gefährlich werden, daß ſich ſchädliche Gaſe, Kohlenſäure oder Schlagwetter (Methan) bilden, ja er kann auch zu Grubenbrand Veranlaſſung geben. Deshalb führt man den Pfeilerbau immer derart aus, daß man von den Schächten aus Strecken bis an die Feldgrenzen auffährt und von dort aus rückwärts zum Schachte abbaut (Pfeilerrückbau). Wollte man vom Schachte nach den Feldgrenzen zu abbauen, ſo würde ſich zwiſchen den Abbaufeldern und dem Schachte der Bruch befinden und zu vielerlei Störung des Betriebes Veranlaſſung geben.

Die Vorrichtung für die am häufigſten angewendete Methode, den ſtreichenden Pfeilerbau (ſ. die Figur), findet in der Weiſe ſtatt, daß durch zwei Streichſtrecken (obere und untere Sohlſtrecke) und durch eine als Bremsberg (ſ. Bremsbergförderung) einzurichtende Fallſtrecke ein größeres Abbaufeld von etwa 100—300 m ſtreichender Länge und 60—100 m flacher Höhe abgeteilt wird. Vom Bremsberge aus werden in Abſtänden von etwa 10 m ſtreichende Abbauſtrecken aufgefahren, und zwar beginnt man mit denjenigen, die der oberen Sohlſtrecke am nächſten liegen. Iſt die andre Grenze des Abbaufeldes, die in dieſem Falle durch den Grenzſicherheitspfeiler S gebildet wird, erreicht, ſo beginnt rückwärts, d. h. nach dem Bremsberge zu, der Abbau der zwiſchen den Abbauſtrecken belaſſenen Kohlenſtreifen (Pfeiler). Der Sicherheitspfeiler S an der oberen Sohlſtrecke wird mitgewonnen und dieſe ſelbſt zu Bruche gebaut, während an der unteren Sohlſtrecke zu deren Erhaltung ein Sicherheitspfeiler belaſſen wird. Schwebende Durchhiebe und eingebaute Wettertüren W regeln die Wetterführung; die friſchen Wetter ſtrömen auf der unteren Sohlſtrecke zu, werden ſteigend an den Betriebspunkten entlang geführt und verlaſſen auf der oberen Sohlſtrecke das Abbaufeld. Die Förderung findet auf den Abbauſtrecken ſöhlig bis zum Bremsberge ſtatt, auf dieſem abwärts bis zur unteren Grundſtrecke und auf dieſer wiederum ſöhlig bis zum Schachte. — Je nach der Lage der Abbauſtrecken in der Ebene der Lagerſtätte unterſcheidet man den eben beſchriebenen ſtreichenden Pfeilerbau und, nur bei ſehr flacher Lagerung und Abweſenheit von Schlagwettern angewendet, den ſchwebenden und diagonalen Pfeilerbau. Außerdem richtet ſich die Ausführung des Pfeilerbaues im einzelnen beſonders nach der Mächtigkeit der



Lagerstätte und nach der Beschaffenheit des Hangenden. — Die beschriebene Methode ist die beim Abbau der Steinkohlenflöze übliche. Beim Abbau der Braunkohle wird, weil deren Wert ein erheblich geringerer ist und das hangende Gebirge weniger tragfähig ist, auch wohl Wasser führt, meistens ein etwas andres Verfahren angewendet, das jedoch auch zum Pfeilerbruchbau gehört, weil das Hangende zu Bruch gebaut wird. Die Ausführung besteht darin, daß in der Braunkohle von den Strecken aus einzelne Abbaukammern hergestellt werden, zwischen denen zum Tragen des Hangenden bis zur beendeten Gewinnung Kohlenpfeiler verbleiben. Die Abmessungen richten sich besonders nach der Standfestigkeit der Kohle und des Daches. In erdiger Braunkohle nimmt man die Kammern, dort auch Tummel genannt, etwa 4—6 m im Durchmesser und ebenso hoch, in der festeren böhmischen Braunkohle zieht man rechteckige Kammern von etwa 12 × 12 m Grundfläche und 6 m Höhe vor. Kurze Zeit, nachdem die Kohle aus einer solchen Kammer ausgefördert ist und die Zugänge durch Mauern abgesperrt werden, soll das Hangende zu Bruche gehen. In der Nähe wird dann eine neue Kammer angelegt (Kammer- oder Tummelbau). Das Verfahren ist billig, namentlich da wenig Holz zum Abbau nötig ist, aber es entsteht ein bedeutender Abbauverlust.

Der Pfeilerbau hat gewöhnlich eine Senkung der Oberfläche zur Folge, und zwar eine um so bedeutendere, je mächtiger die Lagerstätte ist und je weniger tief sie liegt. Für die Gegenstände an der Erdoberfläche ist es auch wesentlich, ob die Senkung gleichmäßig über größere Flächen erfolgt; dies hängt von der Regelmäßigkeit des Gebirgsbaues und davon ab, ob der Abbau selbst gleichmäßig fortschreitet. Namentlich verursachen zuweilen Verwerfungen in Verbindung mit der Senkung seitliche Verschiebungen der Oberfläche, welche auf Gebäude sehr schädigend einwirken. Sollen Senkungen der Oberfläche zum Schutze von Gebäuden, Flußläufen, Eisenbahnen, Straßen u. s. w. völlig vermieden werden, so müssen entsprechende Teile der Lagerstätte als Sicherheitspfeiler unabgebaut bleiben. Oder man durchfährt die Lagerstätte mit Strecken, die sich rechtwinklig kreuzen und die angenähert quadratische Pfeiler der Lagerstätte zwischen sich stehen lassen (Oerterbau, auch Schachbrettbau). Die Pfeiler sollen dann das Hangende auf die Dauer tragen. Durch Versetzen der abgebauten Räume mit Bergen wird die Senkung der Oberfläche erheblich vermindert. In neuerer Zeit füllt man auch die abgebauten Räume durch Spülversatz so dicht aus, daß die Senkung der Oberfläche nur etwa 5% der Mächtigkeit der Lagerstätte beträgt und außerdem sehr gleichmäßig stattfindet.

Literatur: Die in Bd. 1, S. 696, genannten Werke über allgem. Bergbaukunde. *Treptow.*

Pfeilergründung wird statt voll gemauerter Fundamente angewendet, wenn man an Grundgrabung und an Grundmauerwerk ersparen will.

Statt einer durchgehenden Fundamentmauerung werden auf der tragfähigen Bodenschicht nur einzelne gemauerte Pfeiler, die sogenannten Fundament- oder Grundpfeiler, aufgeführt und diese oben durch Gurtbogen, sogenannte Grundbogen, miteinander verbunden; nach Abgleichung der Bogenzwickel wird das Tagmauerwerk aufgesetzt (Fig. 1). Die Fundamentpfeiler sind sorgfältig aus harten, lagerhaften Bruchsteinen in hydraulischem Mörtel, bei großem Druck ganz aus Quadern oder mit einzelnen Binderscharen zu mauern; hart gebrannte Backsteine sollten nur ausnahmsweise verwendet und dann nur mit Zementmörtel gebunden werden. Der Scheitel der Grundbogen soll stets unter der Erdoberfläche liegen; als Bogenform werden, wo es an Höhe nicht fehlt, am besten Halbkreisbogen gewählt (Fig. 2), sonst nicht zu flache Stichbogen (Fig. 1); die Grundbogen werden am besten aus scharf gebrannten Backsteinen oder aus lagerhaften Bruchsteinen ausgeführt; Quader sind zwar nicht ausgeschlossen, in der Regel aber zu teuer. Bisweilen ist man genötigt, auf einer Bodenschicht zu fundieren, die zwar gleichmäßig tragfähig, aber doch nicht fest genug ist, die von

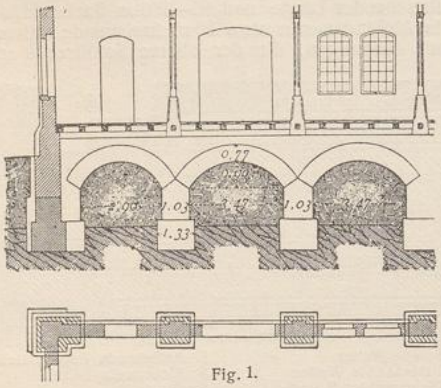


Fig. 1.

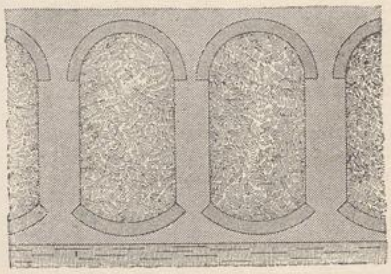


Fig. 2.

den einzelnen Fundamentpfeilern ausgeübten Drücke aufzunehmen. Will man in solchen Fällen die Drücke auch auf die zwischen den Pfeilern gelegenen Baugrundflächen verteilen, so spanne man zwischen den Pfeilern umgekehrte Gurtbogen, sogenannte Erd-, Gegen- oder Konterbogen, ein. Bei großer Gründungstiefe und starkem Wasserandrang werden die Fundamentpfeiler am besten als Brunnenpfeiler ausgeführt. *Schmitt-Darmstadt.*

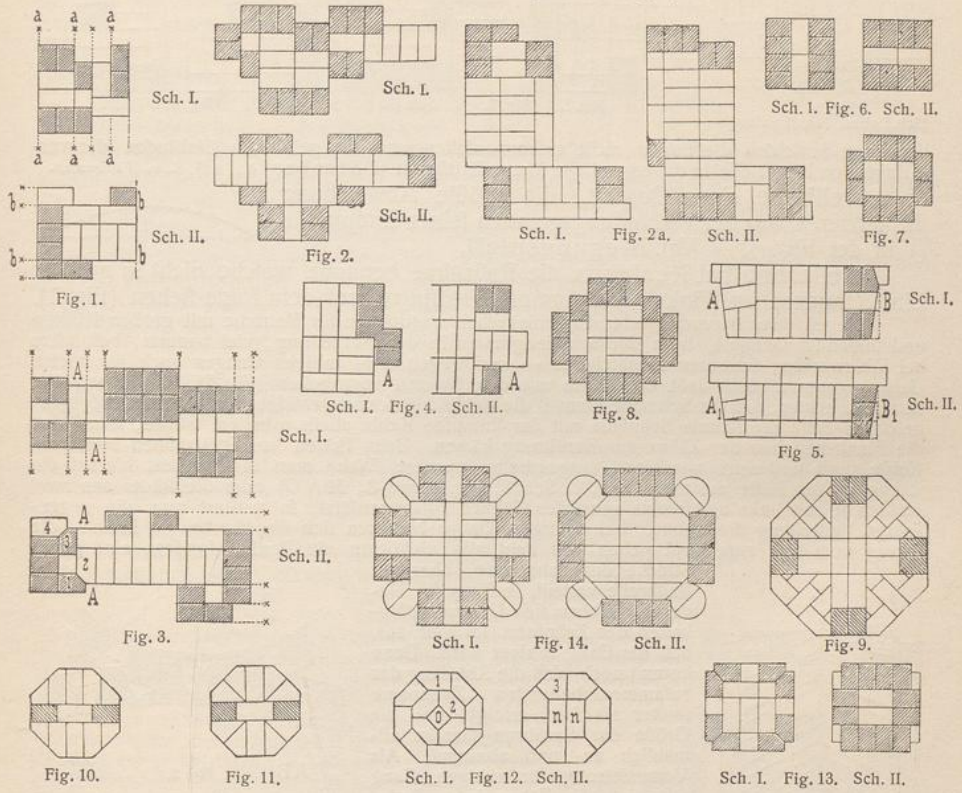
Pfeilermaß, s. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 399.

Pfeilermomente, auch Stützenmomente, heißen die Biegungsmomente,

die bei einem kontinuierlichen Balken oder Fachwerk über den Zwischenauflagern (Pfeilern) auftreten. (Vgl. Bd. 1, S. 507 ff.) *Mörsch.*

Pfeilerverband bezeichnet den bei solchen Mauerkörpern, welche nach allen Seiten begrenzt sind, erforderlichen Verband, wie dies bei Tür- und Fensterpfeilern und bei Freistützen mit und ohne Vorlagen vorkommt.

Im allgemeinen gelten für solche Mauerkörper, insbesondere für solche aus Quadern, die bei den End- und Eckverbänden (s. d.) besprochenen Regeln. Hat man es mit vielgestaltigen Backsteinmauerkörpern mit rechtwinkligen Ecken zu tun, welche nach den beiden Hauptrichtungen durch halbe Steinlängen teilbar sind, so wird man als zulässige Fugen zunächst in der einen Schicht I (s. Fig. 1) solche *a—a* in den einspringenden Ecken in der einen Richtung, in der darauffolgenden Schicht II die senkrecht dazu stehenden Fugen *b—b* annehmen und die Mauerendigungen jedesmal mit $^3/_4$-Steinen (in der Figur schraffiert angegeben) bewerkstelligen. Fig. 2 und 2a zeigen ähnliche Beispiele. Ist der Mauerkörper in der einen oder andern Richtung nicht durch halbe Steinlängen teilbar, wie z. B. bei *A* in Fig. 3 und 4, so kann man nach Einzeichnen der erforderlichen sich überbindenden Fugen beider Schichten in der einen Schicht (s. Schicht II, Fig. 3) durch Abschrägen der Ecken an den Steinen 1, 2, 3 und 4 einen guten Verband herbeiführen oder wie in Schicht II der Fig. 4 ein Längsquartier einschalten.



Bei stumpf- oder spitzwinkliger Begrenzung kann, wie in Fig. 5 bei *B*, die rechtwinklige Begrenzung ergänzt gedacht werden, worauf nach erfolgter Steineinteilung der ergänzte Teil entfernt wird, oder man kann wie in Fig. 5 bei *A* die Regeln der stumpfwinkligen Ecke befolgen.

Bei Freistützen, welche zu den Symmetrieachsen gleichmäßig ausgebildet sind, wird es in der Regel genügen, den Verband der einen Schicht festzustellen, da die zweite Schicht sich einfach durch Drehung um 90° oder um 45° ergibt. Solche Beispiele zeigen die Fig. 6—8, bezw. 9—11. In Fig. 11 kommen an den Ecken Formsteine zur Verwendung, während Fig. 10 denselben Grundriß mit gewöhnlichen Steinen behandelt. Fig. 12 zeigt die Lösung für denselben Grundriß durch Anwendung dreier Sorten von Formsteinen. Die Steine *o* und *n* sind halbe bezw. ganze Steine gewöhnlichen Formats. Die beiden Schichten in Fig. 13 sind nach der bei Fig. 3 und 4 besprochenen Lösung gebildet, während Fig. 14 die Schichtenbildungen einer Freistütze mit eckigen und runden Vorlagen mit Hilfe runder Formsteine ermöglicht.

Literatur: s. Backsteinverband. *L. v. Willmann.*

Pfeilervorlagen sind Mauerverstärkungen, die entweder in gewissen Abständen, mit verschiedenartig ausgebildetem Querschnitt einer Mauerflucht „vor-

gelegt“ (ſ. Fig. 1 und 2), oder an den Mauerecken zur Erhöhung der Standſicherheit, nach außen oder innen vorſpringend (ſ. Fig. 3 und 4), angebracht werden. Als Regeln für den Verband gelten dieſelben, welche bei den lotrechten Mauerabſchlüſſen (ſ. Endverband), den Maueranſchlüſſen und Durchkreuzungen (ſ. Mauerkreuzung) und den Mauerecken (ſ. Eckverband) beſprochen worden ſind.

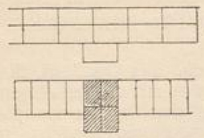


Fig. 1.

Die Fig. 1—4 zeigen die Verbandarten für Backſteinmauerwerk, wobei die erforderlich werdenden $^3/_4$-Steine ſchraffiert angegeben ſind. Für Hauſtein- und Bruchſteinmauerwerk ſind die allgemeinen Verbandregeln einzuhalten, ſo daß in zwei übereinander

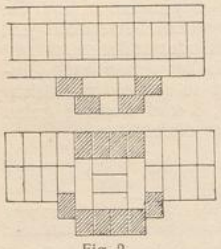
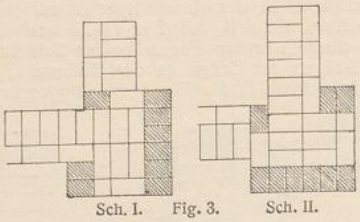
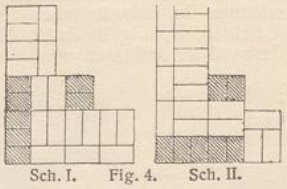


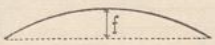
Fig. 2.
(Sch. I oben, Sch. II unten.)





liegenden Schichten die Fugen nicht zuſammenfallen und ein gehöriges Einbinden der vorſpringenden Mauerteile in die eigentliche Mauer ſtattfindet (ſ. Strebepfeiler). *L. v. Willmann.*

Pfeilhöhe eines Bogens, die größte Abweichung des letzteren von der Verbindungsgeraden ſeiner Endpunkte (f in der Figur). — Vgl. Biegungspfeil.



Pfeilzähne hat Reuleaux die Radzähne benannt, welche nicht in gerader Linie, ſondern im Winkel, wie ſtumpfe Pfeilſpitze, auf dem Rade ſtehen (Fig. 1).

Wegen ihrer hervorragenden Bruchſicherheit werden ſie für Betriebe mit großen Kräften und ſtoßender Gangart, trotz der Schwierigkeiten in der Herſtellung, viel benutzt, beſonders bei Walzwerken, ſchweren Blechſcheren — und wegen ihres ruhigen Ganges auch für leichte Uebertragungen. Man läßt die Zähne mit den Spitzen vorangehen (Fig. 2). Es iſt wichtig, darauf zu achten, daß die Schneide ſtumpf, die Kehle ſchärfer ausgebildet wird, weil im entgegengeſetzten Falle die ſcharfe Schneide mit der ſtumpfen Kehle allein arbeiten würde, ohne daß die Flankenflächen der Zähne zur Berührung kämen. Beim Fräſen von Pfeilzähnen bleibt die Kehle rund und muß von Hand ausgearbeitet werden. Wenn man in Rückſicht hierauf die Zähne in der Mitte ausſpart (ſ. Bd. 2, S. 628, Fig. 7 und 8, MNO) oder die Räder aus zwei Hälften je mit links und rechts geneigten Zähnen zuſammenſetzt, ſo verliert man die gegenſeitige Verſteifung der Zähne. Bei richtigem Gange berühren ſich die Flanken in Linien, die ſchräg vom Fuß zum Kopf gehen. Es ſteht alſo nicht nur ein Punkt, ſondern eine ganze Strecke der Zahnkurve, über die Radbreite verteilt, in Eingriff. Dadurch gleichen ſich Unregelmäßigkeiten der Zahnform ſo weit aus, daß der Gang ruhiger wird. Dazu kommt noch, daß die Ablöſung der zuſammenarbeitenden Zahnpaare ſanfter als ſonſt erfolgt, weil die Größe der Berührungsſtrecke allmählich zu- und abnimmt. Als Vorausſetzung für ruhigen Gang gilt, daß die Zähne jedes Rades und die Räder ſelbſt mit einheitlicher Mittelebene gebaut und gelagert ſind. Der Winkel 2α (Fig. 1), welchen die beiden Schenkel eines Zahnes bilden, wird zu 110—130° angenommen, die Radbreite $b = 4\,t$, für mäßige Kräfte kleiner, für die ſtark beanſpruchten Krauſeln der Walzwerke aber größer. Der Sprung oder das Maß, um welches die Spitze des Zahnes den Enden vorausgeht, ergibt ſich aus dem Winkel α und der Radbreite b zu $^1/_2\, b \cot g\, \alpha$ und kann größer, gleich oder kleiner als die Teilung t ſein. Die Zahnhöhe h nimmt man zu $0{,}6\,t$ mit $0{,}35\,t$ für die Fußhöhe und $0{,}25\,t$ für die Kopfhöhe. Als Zahnkurven eignen ſich Evolventen, deren Eingriffslinie die Neigung von etwa 3 : 1 zur Zentralen hat (Fig. 2). Die Berührungsdruckkraft $P : \sin\alpha$ iſt für den winkelförmigen Zahn in demſelben Maße größer wie die Flanke $b : \sin\alpha$ länger als b iſt. Die Abnutzung der Zahnflanke kann daher gleich der eines geraden Zahnes angenommen werden; in der Richtung des Umfanges fällt die Abnutzung größer aus. Durch die Winkelform iſt der Zahn gegen Abbrechen gut geſichert. Die Zahnenden

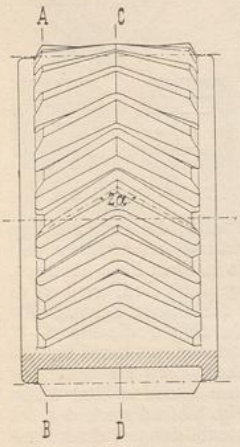


Fig. 1.

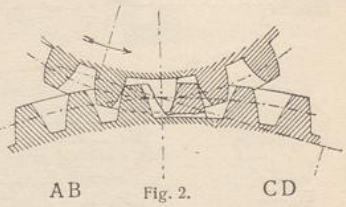


Fig. 2.

ſichert man für Betriebe mit ſtarken Beanſpruchungen und Stößen durch angegoſſene Randleiſten, die faſt bis zum Teilkreiſe reichen, und durch ſeitliche Abſchrägung der Zahnköpfe (Fig. 1). Die Berechnung führt man, ohne Rückſicht auf die wirklichen, ſchwerlich feſtzuſtellenden Kräfte und Widerſtandsmomente, in der für Zahnräder gebräuchlichen Weiſe durch und berechnet für die Umfangskraft von P kg die (im Umfang gemeſſene) Zahnſtärke $a \leq 0{,}5\,t$ aus der Biegungsformel $^1/_6\, a^2 b \cdot s = P \cdot h$, wobei die Biegungsſpannung s um ſo geringer anzuſetzen iſt, je ſtärkere Stöße zu erwarten ſind, z. B. 400 kg/qcm für Gußſtahl.

Das Rabitzgetriebe (von Joh. Renk in Augsburg) eignet ſich für ſtarke Ueberſetzung von Elektromotoren, z. B. mit 3 und 30 Zähnen mit $2\alpha = 40^0$ oder mit 5 und 50 Zähnen mit $2\alpha = 60^0$.

Literatur: Reuleaux, Der Konſtrukteur, 4. Aufl., Braunſchweig 1889; Bach, C., Maſchinenelemente, 10. Aufl., Stuttgart 1908, S. 324 ff.; Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenweſen 1890, S. 391; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 661 ff. *Lindner.*

Pfeilzahnräder, Stirn- und Kegelräder mit Pfeilzähnen (ſ. d.).

Pferdebahnen, ſ. Straßeneiſenbahnen.

Pferdekippkarren, den Handkippkarren (ſ. d.) in ihrer Ausbildungsweiſe vollkommen gleich; ſie werden in ihren Abmeſſungen größer gehalten, ſo daß ihr Laderaum etwa 1 cbm loſen Boden faßt. In der Regel werden mehrere Karren für die Bodenbeförderung zuſammengekuppelt; ſ. Bodenbeförderung. *L. v. Willmann.*

Pferdekopf, bei Drehbänken (ſ. d., Bd. 3, S. 83), ſ. v. w. Schere, Stelleiſen.

Pferdekraft (Pferdeſtärke), ſ. Arbeit, Bd. 1, S. 268.

Pferderechen, ſ. Heurechen.

Pferdeſchoner, ein federndes Glied zwiſchen dem Zugtier und dem fortzubewegenden Gegenſtand, das entweder dem erſteren das Anziehen erleichtern oder wechſelnde Widerſtände, auf die der letztere ſtößt, ausgleichen ſoll. Die üblichen Pferdeſchoner beſtehen entweder in Gummipuffern, die in 15—20 cm lange eiſerne Büchſen eingelegt ſind, oder es beſteht das federnde Element aus zwei Stahldrahtſpiralen, die in entgegengeſetzter Richtung gerollt ſind und in Sperrgelenken ruhen, oder aus einem Gelenkrahmen, der im Ruhezuſtand ein Rechteck darſtellt, deſſen Verſchiebung durch die Stärke einer Feder bedingt iſt.

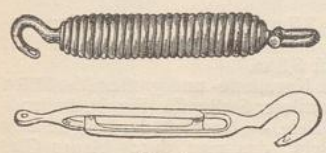


Fig. 1.

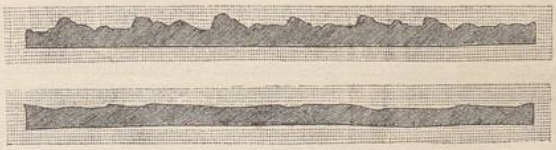


Fig. 2.

Zu den erſteren Formen gehört der ſchwediſche Pferdeſchoner (Fig. 1); dieſer wird mit dem Schlußdruck bis zu 2000 kg hergeſtellt und ſind die Preiſe für

80	100	120	140 kg	Schlußdruck
12	14	15	16,5 *M.*	pro Paar.

Es iſt nicht durchaus notwendig, an jedem Strang einen Pferdeſchoner anzubringen, ſondern es genügt, wenn ein ſolcher zwiſchen das Wagſcheit und den fortzubewegenden Gegenſtand gehängt wird. Die Wirkung der Pferdeſchoner auf die Zugtiere ſelbſt iſt eine ſehr wohltätige. Die Maſchinenprüfungsanſtalt Halle a. S. hat nachgewieſen, daß die Schwankungen der Zugkraft um ca. 33 % vermindert werden und daß ſie ſelbſt um ca. 18 % abnahm für Fortbewegung derſelben Laſt. Die Abſchwächung der Einzelſtöße ergibt ſich aus obenſtehenden Diagrammen eines Dynamographen einerſeits mit (Fig. 2, oben), anderſeits ohne (Fig. 2, unten) Verwendung eines Pferdeſchoners. — Eine andre Art von Pferdeſchonern iſt der „Stoßfänger" von R. Sack in Leipzig-Plagwitz (Fig. 3). Der die Feder umgebende Gelenkrahmen kann die Druckhöhe derſelben verdoppeln und die Stoßwirkung auf die Feder auf die Hälfte vermindern. Zugleich iſt dieſer Stoßfänger als Zugkraftmeſſer zu benutzen, da bei Streckung des Rahmens eine graduierte Schiene erſcheint, auf der in Kilogrammen die momentan wirkende Zugkraft abzuleſen iſt. R. Sack liefert auch ſelbſtregiſtrierende Stoßfänger. Näheres hierüber in einer Reihe von Aufſätzen von A. Nachtweh in Fühlings Landwirtſchaftlicher Zeitung, Stuttgart 1905.



Fig. 3.

Preis für 1—2 Pferde (bis 600 kg Zugkraft) 10 *M.*,
„ „ 3—4 „ „ 1200 „ „ 12 „ *Wrobel.*

Pferdeſtälle ſollen Luxuspferde für Reiten und Fahren und Arbeitspferde bergen. Soweit ſie der Pferdezucht dienen, ſ. Geſtütsanlagen.

Luxuspferde werden zwiſchen Standabgrenzungen geſtellt, Arbeitspferde ſtehen in Gruppen von zwei bis vier Pferden (je ein Geſpann zuſammen).

Die **Abmeſſungen der Stände** einſchließlich Krippe ſind folgende: Edle Raſſepferde, Beſchäler u. ſ. w. in Kaſtenſtänden 3,3—3,5 m lang, 1,8—2,3 m breit; Kutſch- und Reitpferde zwiſchen Flankenbäumen 3,0—3,3 m lang, 1,6—2,0 m breit; Arbeitspferde ohne Standabgrenzungen 2,5—3,0 m lang, 1,3—1,5 m breit; Laufſtälle (Box) für tragende Stuten und Mutterſtuten 10—15 qm, alſo etwa 3,3—4,1 m lang, 3,0—3,7 m breit. Füllen, frei im Stall umhergehend, erhalten einzeln je 10 qm, in Mehrzahl für das Stück 4—5 qm. Die Stallgaſſe hinter den Pferden wird in Kutſch- und Reitpferdeſtällen reicher Ausſtattung bei einreihiger Aufſtellung 2,2 m, zweireihig

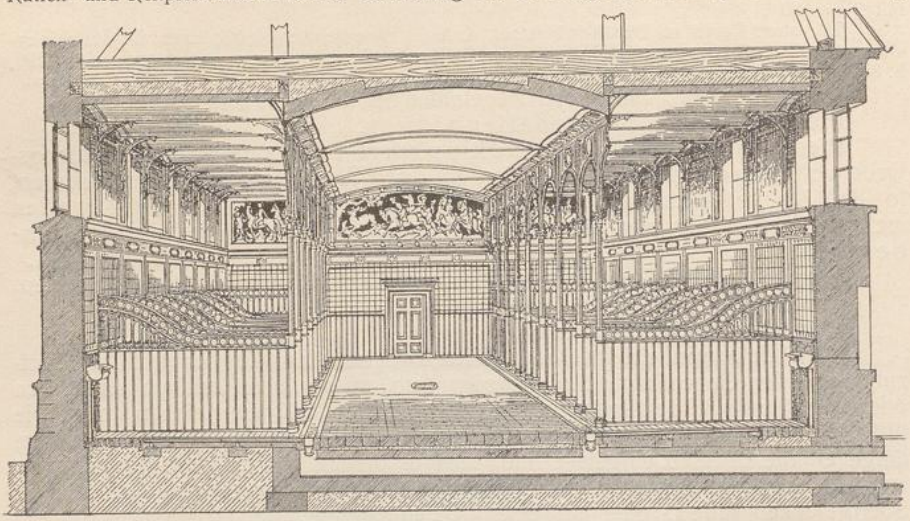


Fig. 1. Querſchnitt des Fürſtl. Fürſtenbergiſchen Reitſtalles zu Donaueſchingen (Architekt Weinbrenner).

3,8 m, bei gewöhnlicher Ausſtattung einreihig 2,0, zweireihig 3,3 m, in Arbeitspferdeſtällen einreihig 1,8, zweireihig 2,8 m breit. Die Stallhöhe mache man nicht unter 3,0 m und nicht über 5,0 m. Ein gebräuchliches Mittelmaß für Kutſchpferdeſtälle iſt 3,8 m.

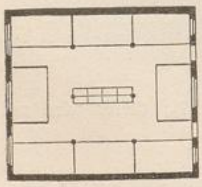


Fig. 2.

Die **Aufſtellung der Pferde** iſt in Kavallerie- und großen Marſtällen meiſt nach der Länge zweireihig mit mittlerer Stallgaſſe (Fig. 1), in landwirtſchaftlichen Pferdeſtällen nach der Tiefe. — Nachteil der Langſtellung iſt das den Augen entgegenfallende Licht, das man durch blaues Glas oder hohe Lage der Fenſter unſchädlich zu machen ſucht. Die Stellung nach der Tiefe ergibt wegen der Schwierigkeit der Beleuchtung eine Beſchränkung in der Zahl der Pferdeſtände. Bei 15 m Tiefe kann man acht Kutſchpferde oder zehn Arbeitspferde in eine Reihe ſtellen. Eine Vereinigung von Lang- und Tiefſtellung wird durch Fig. 2 [1] erläutert. Es finden darin acht Geſpann Arbeitspferde zu vier Pferden Aufſtellung. Der mittlere Raum wird zur Aufſtellung der Futterkäſten benutzt.

Die **Wände** der Pferdeſtälle macht man maſſiv, die **Decken** in beſſerer Ausführung gewölbt oder als gehobelte und geölte Holzdecke, in einfacher Ausführung als Staußſche Decke (Zementputz auf Rohrgewebe). Der Fußboden wird am beſten aus gerieften Tonplatten, Stein- oder Holzpflaſter hergeſtellt. Für die vordere Standhälfte iſt auch Holzdielung zuläſſig; Zementfußboden iſt zu glatt. Hohlgelegte wagerechte Holzfußböden, unter denen die Jauche auf geneigtem Steinfußboden abfließt, werden Brückenſtände genannt; ſie ſind wegen der Unreinlichkeit an unzugänglicher Stelle ſowie wegen der hohen Koſten zu verwerfen. Das Gefälle der Fußböden ſoll nur in einer geneigten Ebene nach hinten, nicht trichterförmig nach der Mitte gehen, auch nicht muldenförmig ſein. Es beginnt erſt in der Standmitte und beträgt bis zum Rande der Jauchrinne 4—5 cm. Offene Jaucheabflüſſe zwiſchen den Pferdeſtänden und der Stallgaſſe ſind bedeckten Rinnen und unterirdiſchen Abzugsrohren vorzuziehen. — In Kavallerieſtällen iſt die Dauerſtreu oder Matratzenſtreu eingeführt. Man läßt die Pferde längere Zeit auf derſelben Streu ſtehen, die nur durch Zugabe geringer Strohmengen ergänzt und erhöht, übrigens von Verunreinigungen möglichſt frei gehalten wird. Sie iſt gegen die Stallgaſſe durch ein geflochtenes Strohſeil oder eine ſtrohumwickelte Stange abgegrenzt. Der Strohverbrauch der Dauerſtreu ſchwankt zwiſchen 6 und 9 Pfund für den Tag und das Pferd.

Standabgrenzungen. Für edle Raſſepferde dienen feſte Standwände, 1,3—1,5 m hoch, von 4—4,5 cm ſtarken Bohlen hergeſtellt, an dem Kopfende durch ein eiſernes Gitter, den ſogenannten Schwanenhals, erhöht, gegen die Stallgaſſe durch eine runde, gußeiſerne Säule, den Pilarſtiel, Flankenpfoſten oder Lattirpfoſten, begrenzt, an dem ſich ein Ring zum Anbinden des Pferdes beim Putzen befindet (Fig. 3 und 4 [1]). — Lattir- oder Flankenbäume ſind wagerechte, 90—95 cm über Fußboden aufgehängte, 12—13 cm ſtarke Stangen, die einem

ſeitlichen Druck in mäßigen Grenzen nachgeben. Die Aufhängung erfolgt vorn mittels Kette am Krippenpfoſten oder an der Wand, hinten an dem Pilarſtiel. Die Aufhängung am letzteren muß ſo erfolgen, daß der Baum leicht ausgehängt werden kann, wenn ein Pferd beim Ausſchlagen einmal übertritt oder beim Aufſtehen unter den Baum gerät (Fig. 4) [1]. Der Baum hängt in einem Bügel, der nach Löſung eines Ringes am oberen Ende niedergeklappt werden kann, worauf der Baum niederfällt. — Schwebewände oder Schlagbretter und Flankenſchläger ſind vervollkommnete Lattirbäume. Es werden drei bis vier wagerechte Bretter oder runde Stangen in geringen Zwiſchenräumen mittels Lederriemen untereinander und mit dem Lattirbaum verbunden, ſo daß ſie den Zwiſchenraum zwiſchen Lattirbaum und Fußboden nahezu ausfüllen. Sie ſollen das gegenſeitige Schlagen der Pferde verhindern, aber die Beweglichkeit der Flankenbäume beibehalten. — In Laufſtällen (Boxen) werden wertvolle Raſſepferde, tragende Stuten und Mutterſtuten untergebracht (Maße ſ. oben); ſie ſind mit 1,8 m hohen Wänden umſchloſſen, die in Höhe von 1,3 m aus feſten Bohlen, wie die Standwände, darüber aus eiſernem Gitterwerk beſtehen.



Fig. 4.

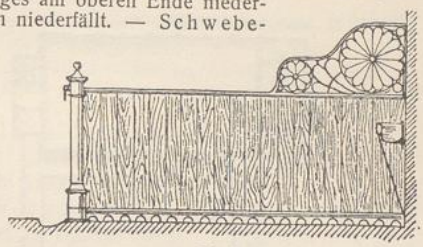


Fig. 3.

Zu den **Fütterungseinrichtungen** gehören Krippen, Raufen und zuweilen auch Tränkgefäße, letztere nur in beſſer eingerichteten Ställen. Krippen zur Verabreichung des Körnerfutters, häufig auch des Tränkwaſſers, werden von Holz, in Zementmauerwerk, aus Steingut, Sandſtein oder Gußeiſen mit Schmelzüberzug hergeſtellt. Die Maße einzelner Krippenſchüſſeln ſind: 35 cm breit, 20—25 cm tief, 55—65 cm lang. Oberkante 1,10—1,25 m über Fußboden. Sie werden entweder in konſolartig an der Wand befeſtigte Tiſchplatten eingefügt oder beſſer feſt vermauert, und zwar entweder auf einer allmählichen Vorkragung oder auf einer Bogenſtellung. Im letzteren Falle verſchließt man die Wandniſchen unter den Krippen mit einer Holzklappe und benutzt ſie zur Aufbewahrung der Streu während des Tages. Raufen dienen zur Verabreichung des Rauchfutters. Sie wurden früher meiſt über den Krippen angebracht. Man unterſcheidet: durchlaufende hölzerne Leiterraufen, deren Unterkante 65—80 cm über Krippenoberkante liegt; ſie werden in ſchräger Stellung an der Wand befeſtigt. Zwiſchenraum der Raufenſtäbe 9 cm. Die eiſernen Korbraufen, für jedes Pferd beſonders, beſtehen aus zwei unter rechtem oder ſpitzem Winkel gegeneinander ſtehenden halbkreisförmigen Bügeln, welche untereinander durch eine Reihe viertelkreisförmiger Sproſſen verbunden werden. Zuträglich iſt den Pferden die Anbringung der Raufe in gleicher Höhe mit der Krippe (ſogenannter Heukorb, vgl. Fig. 5). Die Wand über den Krippen wird der Reinlichkeit wegen zweckmäßig mit geglättetem Zementputz oder noch beſſer mit Kachelbekleidung verſehen. Fig. 5 und 6 [1] veranſchaulichen die beiden gebräuchlichen Anordnungen von Krippe und Raufe, und zwar Fig. 6 eine hoch angebrachte Korbraufe; die eiſerne, emaillierte Krippenſchüſſel iſt in eine Tiſchplatte eingefügt. Zwiſchen Krippe und Raufe iſt die Wand mit einer emaillierten Eiſenplatte bekleidet. Fig. 5 [1] gibt ein Geſamtbild von der zweckmäßigen Anordnung eines gut eingerichteten Pferdeſtandes. Die Standwände ſind im Durchſchnitt, die daraufſtehenden Schwanenhälſe in Anſichten gezeichnet. Die Steingutkrippe ſteht auf einer Auskragung der Mauer. Die Raufe paßt ſich der Krippenauskragung an. Zwiſchen beiden wird der Tränkeimer in eine Oeffnung der Tiſchplatte eingeſetzt. In Höhe der Schwanenhälſe iſt die Krippenwand mit Kacheln bekleidet. An der Kante der Krippenauskragung iſt eine Leitſtange für die Halfterkette des Pferdes befeſtigt.



Fig. 6.

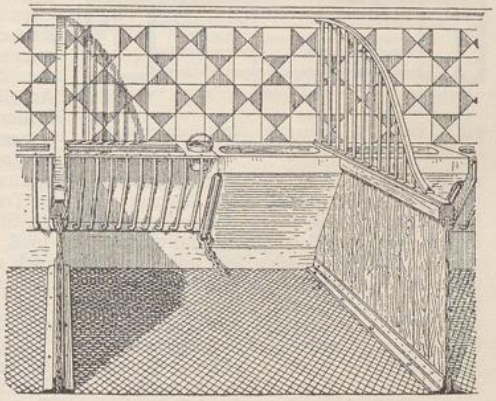


Fig. 5.

Die **Anbindevorrichtungen** der Pferde ſollen das gegenſeitige Beißen, das unzeitige Liegen ſowie das Freſſen der Streu verhindern. Doppelketten, die rechts und links befeſtigt werden, begünſtigen das Uebertreten mit den Vorderbeinen. Wo ſie vorkommen, werden die Anbinderiemen oder Ketten mit leichten Gewichten, die in Fallröhren auf und ab gehen, geſpannt erhalten, damit ſie nicht tief herabreichen. Wo nur eine Kette in der Standmitte angebracht wird, iſt die obenerwähnte Leitſtange zu empfehlen, bei deren Verwendung auch kurze Halfterriemen beim Stehen ſowie Liegen der Pferde ausreichen. Auch kann ein Fallrohr unter der Krippe angebracht und die Kette ſo, wie ſchon erwähnt, angeſpannt erhalten werden (ſ. Fig. 1 und 7).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu den **Nebenräumen** des Pferdeſtalles gehören die Häckſelkammer, für das Pferd 0,6 qm groß, der Heuboden, 2—2,5 m hoch bei gleicher Grundfläche mit dem Pferdeſtall, die Geſchirr- und Sattelkammer zur Aufbewahrung wertvoller Geſchirre und Sättel. Sie ſoll verſchließbar, trocken, gut gelüftet, hell und heizbar ſein, um Schimmelbildung am Leder und

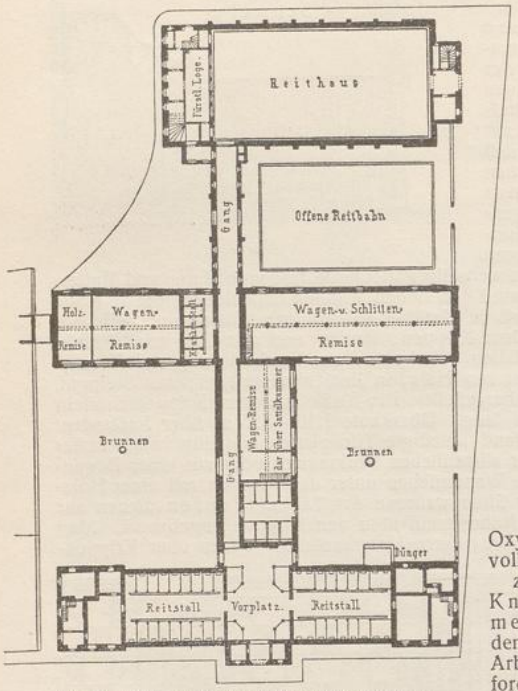
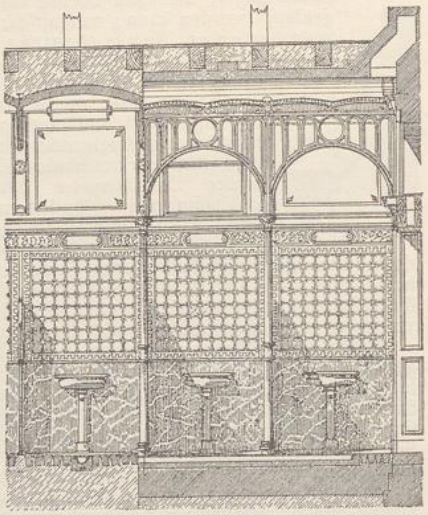


Fig. 8. Fürſtl. Fürſtenbergſche Marſtallanlage zu Donaueſchingen (Architekt Weinbrenner).



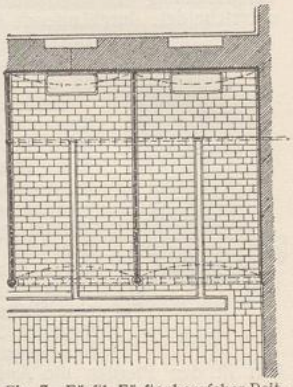


Fig. 7. Fürſtl. Fürſtenbergſcher Reitſtall zu Donaueſchingen (Architekt Weinbrenner).

Oxydation wertvoller Beſchläge zu hindern. Knechtekammern ſind neben den Ställen für Arbeitspferde erforderlich; dieſelben enthalten für jeden Knecht ein Bett, einen verſchließbaren Haferkaſten (dieſe zuweilen auch im Stall untergebracht), einen Schrank oder eine Truhe für die Habſeligkeiten und einen gemeinſamen Tiſch mit Stühlen. Die Knechtekammer iſt zugleich Stallwache. Sie muß demgemäß mit dem Stall verbunden ſein und den Ueberblick über dieſen geſtatten. An ihre Stelle tritt in Ställen für Luxuspferde die Kutſcherſtube und ein beſonderer Futterraum für Haferkäſten und Häckſel. — Fremdenſtälle müſſen zur Verhütung der Einſchleppung anſteckender Krankheiten ſtets abgeſondert angelegt werden; dasſelbe gilt von Krankenſtällen. Häufig werden ſie in andre Gebäude verlegt. In Verbindung mit großen Stallanlagen treten noch Reitbahnen (ſ. Reithaus) und Wagenremiſen (Fig. 8). Fohlenſtälle, Hengſtſtall, Laufräume im Freien ſ. Geſtütsanlagen.

Literatur: [1] Tiedemann, v., Das landwirtſchaftliche Bauweſen, Handbuch, 2. Aufl., Halle a. S. 1891. — [2] Engel, Fr., Handbuch des landwirtſchaftlichen Bauweſens, 7. Aufl., Berlin 1885. — [3] Wagner, Pferdeſtall und Scheune in Herzberg, Deutſche Bauztg. 1896, S. 77. — [4] Rueff, A. v., Bau und Einrichtungen der Stallungen und Aufenthaltsorte unſrer nutzbaren Haustiere, Stuttgart 1875. — [5] Gehrlicher, Jähn und Klaſen, Die Stallgebäude, Leipzig 1880. — [6] Wanderley, Die ländlichen Wirtſchaftsgebäude, Karlsruhe 1887. — [7] Engel, Fr., Entwürfe ausgeführter landwirtſchaftlicher Gebäude, Halle a. S. 1891/92. — [8] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 3. Halbbd., Darmſtadt 1884, S. 10 ff.

(† v. Tiedemann) Weinbrenner.

Pferdeſtärke (Pferdekraft), 75 kg/m, ſ. Arbeit, Bd. 1, S. 268.

Pfette (Rähm, Rahmholz), ein 18/18 bis 21/24 cm ſtarkes Wand- oder Dachholz, welches, horizontal liegend, von Pfoſten (Stielen) und Streben geſtützt wird und zumeiſt als oberer Abſchluß einer Fachwand (ſ. Bd. 3, S. 533) dient.

Die Verbindung zwiſchen Pfette und Stützen wird durch einfache Verzapfung hergeſtellt. Wenn möglich, trachtet man, daß die Pfette in einem Stück über die ganze Länge der Wand reicht. Geht dies nicht, ſo ſtößt man ſie über einen Pfoſten, und zwar mittels des ſchrägen Hakenblattes. Vgl. a. Dachſtuhl, Bd. 2, S. 514 und S. 525. *Weinbrenner.*

Pflanzenalbumin, ſ. Albumine unter Eiweißſtoffe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pflanzenbaſen, ſ. Alkaloide.

Pflanzendunen, ſ. Polſtermaterialien.

Pflanzengummi, ſ. Klebemittel.

Pflanzenkaſein, ſ. Kaſeine unter Eiweißſtoffe.

Pflanzenſchleime, Gummiarten, welche in Waſſer nicht oder nur teilweiſe löslich ſind und darin mehr oder weniger ſtark aufquellen.

Bei der Oxydation mit Salpeterſäure liefern die Pflanzenſchleime Schleimſäure und Oxalſäure neben Zuckerſäure. Von Pflanzenſchleimen ſeien erwähnt der Leinſamenſchleim, Salepſchleim und Eibiſchwurzelſchleim. *Bujard.*

Pflanzenſeide, ſ. Spinnfaſern und Polſtermaterialien.

Pflanzlochmaſchine, ſ. Kartoffelpflanzlochmaſchinen.

Pflanzungen an Straßen, ſ. Baumpflanzungen.

Pflanzungen bei Regulierungswerken und an Kanälen werden faſt ausſchließlich mit Weidenſtecklingen von etwa 0,6 m Länge hergeſtellt, welche mehrere ausſchlagfähige Knoſpen (Augen) beſitzen und am beſten im Frühjahr oder Spätherbſt, friſch geſchnitten, gepflanzt werden.

Sie haben an Flüſſen den Zweck, Auflandungen ſowie niedrige Uferteile einerſeits gegen Abſchwemmung durch Hochwaſſer zu ſchützen und anderſeits noch weitere Erhöhung derſelben infolge Sinkſtoffablagerung hervorzurufen. Häufig ſind die Reihenpflanzungen und Neſter- oder Keſſelpflanzungen. Für die Reihenpflanzung werden in ca. 0,7 m voneinander entfernt ausgehobene Gräbchen von inklinanter Richtung die Stecklinge mit den dicken Enden, 0,75 m weit voneinander eingeſetzt und die Gräbchen darauf wieder dicht zugeſchüttet. Bei der Neſterpflanzung hat man ſtatt der vorerwähnten durchlaufenden Gräbchen in der Richtung derſelben nur einzelne ca. 0,3 m weite Gruben in etwa 1 m Entfernung; am Rande jeder der Gruben werden etwa ſieben Stecklinge herumgeſtellt und dann die Löcher unter Feſttreten oder Stampfen zugefüllt; in den benachbarten Reihen verſetzt man die Gruben derart, daß ſich keine geradlinige Strömung ausbilden kann. Der Reihenpflanzung ähnlich erſcheinen die am Niederrhein üblichen Rauſchen; dabei werden nur die Stecklinge bündelweiſe geſetzt. Auf ſehr naſſem und lockerem Boden ſowie zuweilen auf den Kronen von Flußeinbauten ſind Einzelpflanzungen angezeigt; hierzu ſtößt man mittels eines Setzeiſens die Löcher, in welche die Weidenreiſer kommen. Ausführliches über geeignete Pflanzhölzer, deren Zubereitung, Einbringen und Erhaltung ſ. [1]. Eine beſondere Art von Pflanzungen zur Uferverſicherung ſind die Rauwehren und Spreutlagen. An Schiffahrtskanälen (ſ. d.) wird die Schilf- oder Weidenpflanzung auf den etwa 1 m breiten und 0,15 m unter dem normalen Waſſerſpiegel liegenden Bermen oder Banketten ausgeführt zum Schutze der Kanalufer gegen den Wellenſchlag.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Leipzig 1907, 3. Teil, Bd. 6, S. 250 ff.

Pflaſter, Pflaſterſteine, Pflaſterung, ſ. Straßenbau.

Pflaſterklinker, Ziegelſteine, aus Tonen hergeſtellt, die bei reichem Flußmittelgehalt, in nicht zu hohen Temperaturen, dicht werden.

Die Poroſität eines Pflaſterklinkers ſoll nicht mehr als 2% dem Gewichte nach, die Druckfeſtigkeit desſelben nicht unter 600 kg pro Quadratzentimeter betragen; dabei muß er eine Bruchbelaſtung von mindeſtens 150 kg pro Quadratzentimeter aushalten und darf die Abnutzung desſelben bei Prüfung mittels der Rüttelprobe 8% dem Gewichte nach nicht überſteigen [1]. Zur Herſtellung von Pflaſterklinkern werden teils (Ungarn) ſtark kalkhaltige Tone verwendet, die, zu Pulverform gemahlen, auf trockenem Wege zu Ziegelſteinen umgeformt und dann in Kapſeln gebrannt werden, teils benutzt man ſtark eiſenhaltige, ſich rotbrennende Tone [2]—[5]. Damit die Steine den Stößen der darüber fahrenden Wagen und den Tritten der Pferde tunlichſt widerſtehen, müſſen ſie ſehr zähe ſein; dies wird dadurch erreicht, daß die fertiggebrannten Steine möglichſt langſam kühlen (ſ. Klinker, Klinkerſtraßen, Tonwaren, Ziegelfabrikation).

Literatur: [1] Dümmler, K., Handbuch der Ziegelfabrikation, Halle a. S. 1900, S. 71 ff. — [2] Baker, Ira O., Brick Pavements, Indianapolis, Ind., 1891. — [3] Chafe, C. P., Brick Pavements, ebend., 1891. — [4] Brick-Chicago, 3. Jahrg., 1895, Bd. 2, S. 382 ff.; Bd. 3, S. 1 ff., S. 65 ff. — [5] Notizbl. d. Deutſch. Vereins für Fabrikation von Ziegeln u. ſ. w., Jahrg. 1872, S. 99. *Dümmler.*

Pflaſterung bei Regulierungswerken aus möglichſt großen, wetterfeſten Steinen auf einer Kies- oder auch tonigen Unterlage bezw. Bettung dient zum Schutze der Ufer ſowie der Krone und der über Niederwaſſer befindlichen Böſchungen von Flußregulierungswerken.

Bei ſehr ſtarker Strömung und heftigem Wellenſchlage iſt nur Pflaſterung dauerhaft. Ueber die zur Verwendung geeigneten natürlichen Steine ſ. [1]; in neueſter Zeit kommen vielfach auch Betonſteine in Betracht und haben ſich z. B. bei der Illerkorrektion an der bayriſch-württembergiſchen Grenze bewährt.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Leipzig 1907, 3. Teil, Bd. 6, S. 149 ff.

Pflaſterziegel, hartgebrannter Backſtein oder Klinker (ſ. d.), dient zu dem einfachſten Fußbodenbelag in Küchen, Waſchküchen, Stallungen u. ſ. w.; er wird auf die hohe Kante in ein Sand- oder Mörtelbett geſetzt und die Fugen ausgegoſſen. Das Verſetzen erfolgt entweder in Reihen und im Verband oder im Fiſchgrätenmuſter. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pflatſchen, ſ. Klotzen.

Pflug, ein Spanngerät für die Bodenbearbeitung. Anfangs aus nur einem gebogenen Stück harten Holzes beſtehend und in einfachſter Weiſe beſpannt, konnte das Gerät nur zum Durchwühlen und Lockern des Bodens benutzt werden; heute verſteht man darunter ein Gerät, das einen Erdſtreifen abſchneidet und umwendet.

Der Zweck des Pfluges iſt, die tieferen Schichten des Bodens mit möglichſt großer Oberfläche an die Atmoſphäre zu bringen, um durch die Einwirkungen der Luft und des Waſſers auch in dieſen Schichten die notwendige Zerſetzung anzuregen und den Mikroorganismen für ihre Tätigkeit (Nitrifikation des Erdbodens, ſ. Bd. 1, S. 499) die günſtigſten Bedingungen zu ſchaffen.

Die Wirkungsweiſe des Pfluges zur Ausführung dieſer Arbeit beſteht in der Hauptſache im wagerechten und ſenkrechten Lostrennen des Erdſtreifens durch das Schar (*a*, Fig. 4) und Sech oder Kolter *i* und im Lockern und Umſtürzen desſelben in die vorher gezogene Furche durch das Streichblech *b*.



Fig. 3.



Fig. 2.

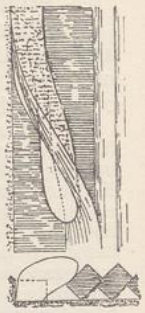


Fig. 1.

Nach ihrer Verwendbarkeit unterſcheidet man die (ſogenannten engliſchen) Flachwender für bündigen und die Schüttpflüge oder Steilwender für leichteren Boden. Die Wirkung dieſer Pflugarten iſt aus den Fig. 1 und 2 ohne weiteres zu erkennen, und zwar zeigt Fig. 1 diejenige eines Flachwenders oder Schraubenſtreichbleches und Fig. 2 die eines Steilwenders. Beide können in verſchiedener Weiſe ausgeführt werden, nämlich als einſeitig wendende oder Beetpflüge (Fig. 3), als wechſelſeitig wendende Pflüge (Kehrpflüge, Gebirgspflüge, Fig. 9) als doppelſeitig wendende oder Häufelpflüge (Fig. 10) und als Pflüge für beſondere Zwecke (Weinbergs- oder Gartenpflüge, Grabenpflüge u. ſ. w.). Dabei iſt es gleichgültig, ob die Pflüge als Ein- oder Mehrſcharpflüge ausgebildet ſind. Nach der Führung des Pfluges unterſcheidet man Schwing-, Stelz-, Karrenpflüge und die Geſtell- oder Räderpflüge.

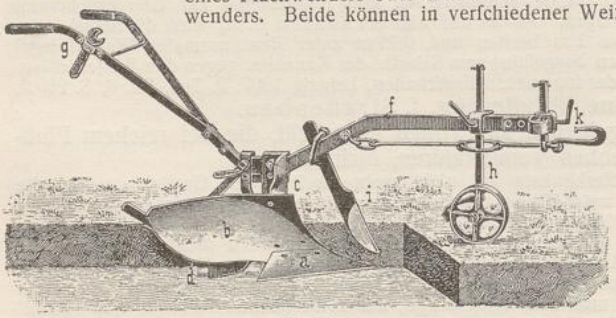


Fig. 4.

Damit der Schwingpflug (Fig. 3) ſeine Arbeitsrichtung beibehält, müſſen Widerſtands- und Zuglinie in einer Geraden liegen. Dieſer Bedingung wird für verſchiedene Furchentiefe und -breite durch entſprechendes Höher-, Tiefer- oder Seitwärtsverſtellen des Zughakens Rechnung getragen. Kleinere Abweichungen des Pfluges aus ſeiner Richtung müſſen durch Druck auf die Sterzen (*g* in Fig. 4) beſeitigt werden. Bei den Stelzpflügen (Fig. 4) iſt

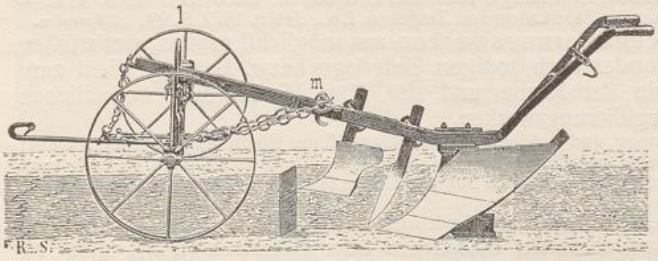


Fig. 5.

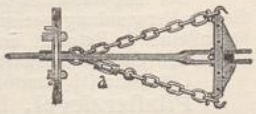


Fig. 6.

das vordere Ende des Grindels *f* durch ein Rad oder einen Gleitſchuh unterſtützt. Die Stelzen *h* übernehmen alſo hierbei die Führung des Pfluges in gleichmäßiger Tiefe. Sie müſſen ſo eingeſtellt werden, daß der Druck auf dieſelben nicht zu groß wird und daß ſie ſich nicht abheben.

Bei den Karrenpflügen (Fig. 5 und 6) greift der Zug mittels der Zughakenschiene an der Vorderkarre an und wird gewöhnlich durch einstellbare Ketten nach dem Grindel *m* übertragen. Die Furchentiefe und -breite wird durch Verlegung des Unterstützungspunktes für das Grindelende geregelt. Greifen in der aus Fig. 6 ersichtlichen Weise die obengenannten Ketten an einem Querriegel des Grindels an, so ist der Pflug selbstführend. Ist die Scharspitze aus ihrer Richtung herausgekommen, so wird die eine der Ketten schlaff, und der Zug am Zughaken bewirkt, daß die richtige Lage von selbst wiederhergestellt wird. Die Ketten können durch das Schloß *a* eingestellt werden.

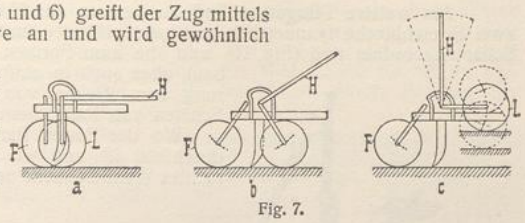


Fig. 7.

Leichter zu handhaben sind die modernen Gestell- oder Räderpflüge. Bei diesen wird die Führung des oder der an einem festen Rahmen (Gestell) sitzenden Pflugkörper durch Räder von größerem Umfange bewirkt, die in besonderer Weise einstellbar mit dem Rahmen verbunden sind. Bei den meisten Ausführungen sind diese Räder, nämlich das Landrad *L* und das Furchenrad *F* (vgl. Fig. 7), durch eine Differentialstellvorrichtung so mit dem Handhebel *H* verbunden, daß aus der Fahrstellung, in der die Räder gleichhoch stehen (vgl. Fig. 7 a), zunächst das Furchenrad *F* nach vorn und gleichzeitig das Landrad *L* nach hinten geschwungen werden, bis die Räder mit den Scharen in gleicher Höhe liegen (vgl. Fig. 7 b). Beim Weiterbewegen des Hebels *H* bleibt nun das Furchenrad stehen, während sich das Landrad allein weiterbewegt, bis es sich über die Furchensohle um den gewünschten Betrag der Furchentiefe erhoben hat. Die obengenannte Differentialstellvorrichtung ist in der Ausführung von A. Ventzki-Graudenz aus Fig. 8 ersichtlich. Der mit dem Schenkel des Landrades fest verbundene Stellhebel greift mit seinem über den Drehpunkt nach unten verlängerten Ende in einen auf der Furchenradwelle sitzenden Schlitzhebel ein. Der Schlitz dieses Hebels ist in dem äußeren Teil konzentrisch zum Drehpunkt des Stellhebels, in dem andern Teil dagegen gerade ausgebildet. Eine Uebertragung der Bewegung wird demnach nur in dem letzteren Schlitzende erfolgen. Sobald aber der Zapfen des Stellhebels in den konzentrischen Teil übergeht, bleibt das Furchenrad stehen, während das Landrad zur Veränderung der Furchentiefe allein weiterbewegt werden kann. Bei Räderpflügen mit mehreren Pflugkörpern bringt man auf dem Gestell manchmal auch einen Sitz für den Pflugführer an. — Aehnlich in ihrer Wirkung sind die Stellvorrichtungen von H. F. Eckert in Berlin, Ed. Schwartz & Sohn in Berlinchen, Rud. Sack in Leipzig-Plagwitz u. a.

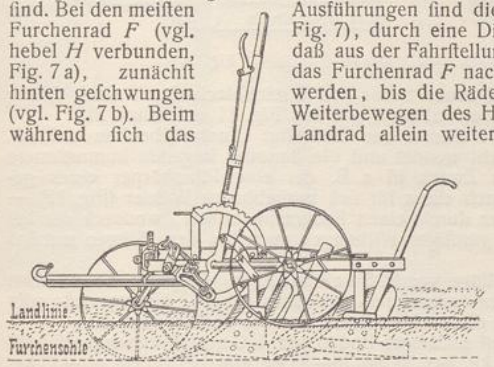


Fig. 8.

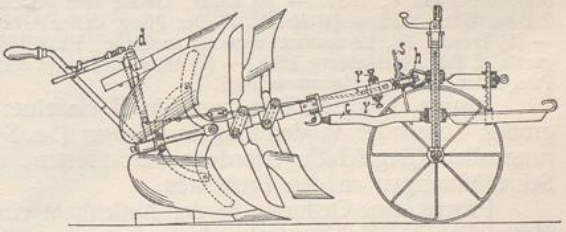


Fig. 9.

Hauptsächlich in gebirgigen Gegenden und wo offen bleibende Furchen vermieden werden sollen, verwendet man den wechselseitig wendenden (Wende-, Kehr-) Pflug. Bei ihnen sind zwei oder mehrere in entgegengesetzter Richtung wendende Pflugkörper in einem Pfluge so vereinigt, daß man beim Pflügen in der einen Richtung den z. B. rechtswendenden und beim Pflügen in der andern Richtung den linkswendenden Pflugkörper gebrauchen kann. Man vereinigt zu diesem Zwecke die beiden Pflugkörper zu einem, den man dann entweder um eine senkrechte oder wagerechte Achse drehbar am Gestell lagert. Fig. 9 zeigt eine unter der Bezeichnung „Brabanter Pflug" bekannte Einrichtung der letzteren Art in der Ausführung von Wigard in Oelde i. W. — Bei dieser sitzen die beiden Pflugkörper samt den Vorschneidern und Vorschälern fest auf dem Grindel, dessen vorderes Ende als Zapfen *h* ausgebildet ist. Dieser Zapfen ist in einer Hülse gelagert, die eine Scheibe *s* trägt. In der gewünschten Stellung werden die Pflugkörper dadurch gehalten, daß ein am Grindel sitzender Riegel, der von der Handhabe *d* durch einen Schnurzug und eine Feder bedient werden kann, in entsprechende Stellöcher der Scheibe *s* eingreift. Die Sterzen und der Haken, an den die Zugschiene *c* angreift, sind drehbar auf dem Grindel angeordnet. Die Schrauben *r* dienen zur Feinregelung des Griffs der Pflugkörper.


Fig. 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Als weitere Pflugarten ſind zu nennen die Häufel- und Hackpflüge, bei denen zwei Streichbleche ſymmetriſch zu einem mittleren, mit einer vorſpringenden Spitze verſehenen Schar angeordnet ſind (Fig. 10) und die zum Formen und Behacken von Kämmen (Kartoffelbau), aber auch in entſprechender Abänderung zum Ziehen von Waſſergräben und Schälen von Raſen benutzt werden.

Wo der Boden ſtark mit Wurzelfaſern durchſetzt iſt und wo es auf ein regelrechtes Wenden nicht ankommt, verwendet

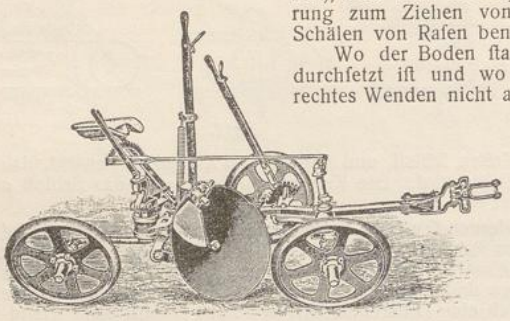


Fig. 11.

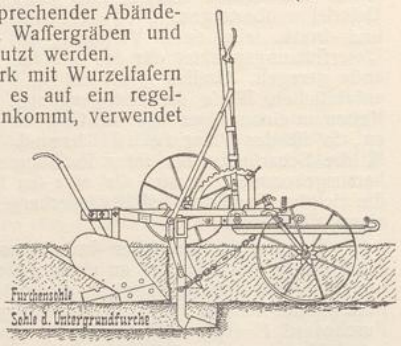


Fig. 12.

man (Amerika) die Scheibenpflüge, bei denen Schar und Streichblech durch eine, ſchräg zur Zugrichtung geſtellte rotierende Scheibe erſetzt ſind, wie aus Fig. 11 erſichtlich iſt.

Die Untergrund- (Rajol-)Pflüge dienen zur Tiefkultur (Zuckerrübenbau u. ſ. w.), wo man die obere, humusreiche Bodenſchicht wendet und die darunter liegende humusärmere oder tote Schicht nur lockert. Zu dieſem Zweck iſt z. B. der eine Pflugkörper eines gewöhnlichen Zweiſcharräderpfluges erſetzt durch einen für ſich aushebbaren Wühler (Fig. 12). — In neueſter Zeit hat Ventzki dieſen Wühler durch einen Federzahn erſetzt, wodurch die bei den Federzahnkultivatoren (ſ. Kultivator) günſtigen Wirkungen auch bei den Pflügen nutzbar gemacht werden.

Ferner ſind zu nennen die Univerſalpflüge von R. Sack in Leipzig-Plagwitz, bei welchen der abgenommene Pflugkörper erſetzt werden kann durch den eines Häufel-, Untergrund- oder Hackpflugs, ſo daß dasſelbe Pfluggeſtell für die verſchiedenen Zwecke zu benutzen iſt.

An Zugkraft bedarf ein guter Pflug auf mittlerem Boden pro 100 qcm Furchenquerſchnitt bei einer Furchentiefe von 20 cm ca. 15—20 kg, bei 25 cm 20—35 kg und bei 30 cm 40—55 kg. Im erſteren Fall können pro Tag mit zwei Pferden 30—40 a, im zweiten 24—30 a und im letzteren mit vier Pferden 26—32 a gepflügt werden. Bezüglich der Bezugsquellen und Preiſe verweiſen wir auf die Kataloge der jährlichen Wanderausſtellungen der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft, Berlin.

Literatur: [1] Wüſt, Landw. Maſchinenkunde, 2. Aufl., Berlin 1889. — [2] Perels, Landw. Maſchinen, Bd. 1, 1881. — [3] Lázar, Geräte und Maſchinen für Boden- und Pflanzenkultur, 2 Bde., Wien 1885. — [4] Rezek, J., Der Pflug, deſſen Arbeitsweiſe und Kräfteſpiel, Wien 1896. — [5] Tresca, A., Le matériel agricole moderne, Paris 1893. — [6] Braungart, Die Ackerbaugeräte, 2 Bde., Heidelberg 1881. — [7] Wrobel, Landw. Maſch. zur Bodenbearbeitung, Saat und Pflege der Pflanzen, Hannover 1907. *Wrobel.*

Pforte, 1. kleine Türe zum Einlaß einzelner Perſonen u. ſ. w. neben einem großen Tore oder an den Flügeln ſolcher; ſ. a. Schlupfpforte. 2. Die Armierung alter Kriegsſchiffe erforderte Stückpforten, d. i. mit Laden verſchließbare Schießöffnungen an den Breitſeiten. *Weinbrenner.*

Pforte, eine Oeffnung in der Außenhaut eines Schiffes zum Transport von Materialien — Kohlenpforte, Ladepforte —, für die Geſchütze — Geſchützpforte — oder zur Beleuchtung — Seitenpforte. *T. Schwarz.*

Pfoſte, im Bergbau ein Brett von mehr als 5 cm Stärke.

Pfoſten. 1. in Stein, ſenkrechte Stützen oder Pfeiler von ſchwachem Querprofil, auch Gewände an Fenſtern (ſ. Bd. 3, S. 692 ff.) oder Stabwerk an den gotiſchen Maßwerkfenſtern (ſ. d.); hiebei heißen die ſtärkeren Pfoſten der Hauptteilung alte Pfoſten, die ſchwächeren der Unterteilung junge Pfoſten, beide, wenn ſie die Verglaſung im Falz aufnehmen, Glaspfoſten. 2. in Holz (norddeutſch Ständer oder Stiel genannt). a) als Wandpfoſten, Eck- und Bundpfoſten einer Fachwand (Bd. 3, S. 533) oder aber als Klebepfoſten. b) als Freiſtütze von verſchiedener Ausbildung und Stärke, dient meiſt als Zwiſchenunterſtützung unter Fachwerkwänden oder Gebälken. Bei der großen rückwirkenden Feſtigkeit des Holzes — Eichenholz ſteht hierin mit Granit und Marmor auf gleicher Stufe — ſowie der ſtarken Biegungsfeſtigkeit können die Verhältniſſe der Länge der Hölzer zur Stärke das 20—30fache betragen, daher das $2^1/_2$fache von Stein. Hierdurch tritt aber ein Mangel an Stabilität ein, dem durch Bildung feſter Dreiecke bezw. von Verſteifungen durch Büge, Bänder oder Knaggen, Zangen u. ſ. w. zu begegnen iſt. Es werden daher die Pfoſten bei geringen Abſtänden die auflagernden Balken direkt aufnehmen; bei größerer Weite dient ein Sattelholz (Fig. 1) zur Verſtärkung des Balkens und Verringerung der Spannweite, während Büge oder Knaggen (Fig. 2 und 3) eine Abſteifung der Pfoſten erzielen. Reichere Motive ergeben ſich durch Doppelſtellung der Pfoſten (Fig. 4) mit Bügen, Zangen und Spannriegeln. Sind dagegen ſolche Verſteifungen nicht vorhanden, ſo

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

müffen die Holzpfoften ebenfo ftark als die fonftigen Stützen gemacht werden, um den Gefetzen der Stabilität zu entfprechen (Fig. 5 und 6). Der Querfchnitt ift meift im Quadrat gebildet. Da aber fcharfe Kanten zu vermeiden find, fo ift der Pfoften durch Brechen der Ecken, Abfafen oder Auskehlen zum Achteck, in felteneren Fällen und bei reicher Ausfchmückung kreisrund auszubilden. Die Flächen

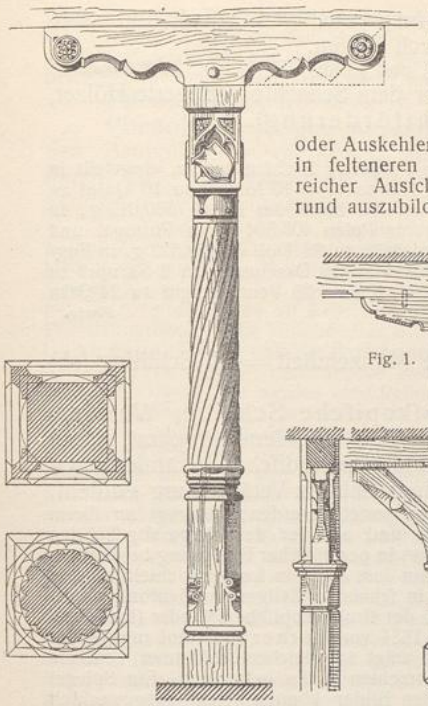


Fig. 6.

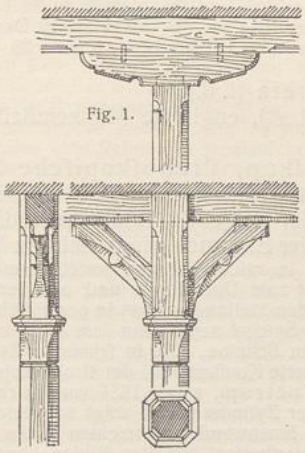


Fig. 1.

Fig 2.

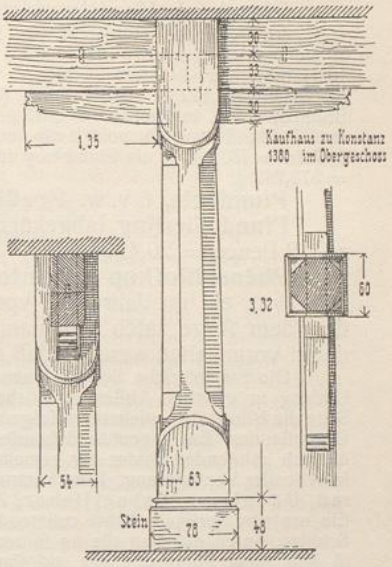


Fig. 5

find entweder glatt oder flach gekehlt oder mit auffteigendem Muffer zu fchmücken. Die runden Pfoften kommen im fpäteren Mittelalter glatt oder kanneliert, oft zopf- oder feilartig gefchnitzt vor (Fig. 6). Es wäre fehlerhaft, diefe Pfoften zu verkleiden oder mit Brettern zu verfchalen oder auch mit Anftrich zu verfehen. Sie wirken in ihrer natürlichen Farbe, nur durch Beize, Wichfe oder Firniffe gehoben, beffer. Bei ftarkem Stamm kann als Mißftand ein Werfen oder Reißen des Holzes eintreten. 3. in Eifen die fenkrechten Stützen bei Ständerfachwerken (Bd. 3, S. 534, 544). ***Weinbrenner.***

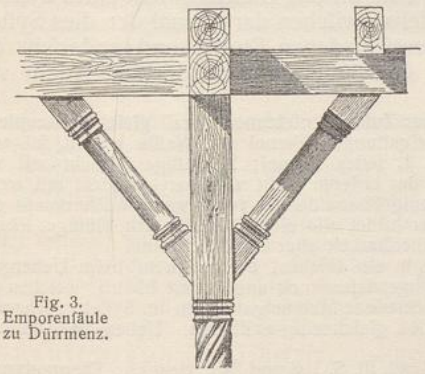


Fig. 3.
Emporenfäule
zu Dürrmenz.

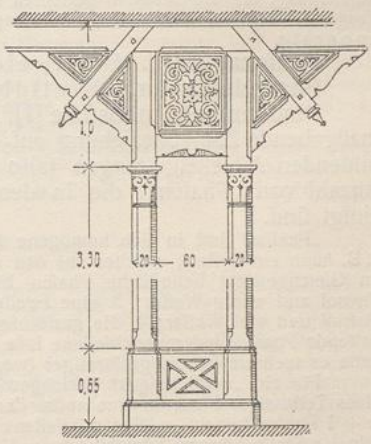


Fig. 4.

Pfoftenroft, f. v. w. Bohlenroft, f. Roft, liegender.

Pfriem, f. Feftpunkte und Anhaltepunkte.

Pfropfen, f. Aufpfropfen.

Pfropfenzieher (Korkzieher) kommen mit feftftehendem Griff, zufammenlegbar, ohne oder mit Ueberfetzung (durch Hebel, Schraube und Mutter, Zahnftange und Zahnrad), ferner in Verbindung mit Tafchenmeffern und anfchraubbar vor [1]. — Die Herftellung des fchraubenförmigen Teils (Kötzer) erfolgt durch

Aufwinden von Draht oder durch Schmieden im zweiteiligen Gefenk und nachfolgendem Wegfeilen des Grats oder auch durch Fräfen.

Literatur: [1] D.R.Patentfchriften Kl. 64b, 25—27, und Kl. 69, 15. *A. Widmaier.*

Pfühlbäume, im Bergbau, wagerecht über dem Schachte verlagerte Hölzer, auf denen die Hafpelftützen ruhen (f. Schachtförderung).

Pfund (℔), Handelsgewicht.

Im Deutfchen Zollverein feit 1858 = 500 g. In Preußen, Sachfen u. f. w. eingeteilt in 30 Lot zu 10 Quentchen zu 10 Cent zu 10 Korn. In Hannover = 10 Neulot zu 10 Quint zu 10 Halbgramm. In Süddeutfchland = 32 Lot. In Oefterreich hatte das Pfund 560,012 g, in Norwegen 498,112 g, in Schweden (Schalpfund) 425 g, in Polen 405,504 g, in Portugal und Brafilien 459 g, in Spanien 460,093 g, in Rußland 96 Solotnik zu 96 Doli = 409,512 g, in England 1 Pfund avoir du pois (avdp. oder lbs.) zu 16 Unzen zu 16 Drachmen zu 3 Skrupel zu 3 Grän = 453,493 g, ein Pfund troy für Gold u. f. w. 12 Unzen zu 20 Pennyweight zu 24 Grän = 373,242 g. *Plato.*

Pfundhefe, f. v. w. Preßhefe (f. d.).

Pfund Sterling (abgekürzt £), engliſche Münzeinheit = 20 Schilling (sh) zu 12 Pence = 20,4295 ℳ.

Phänakiftofkop (Phantofkop, ftrobofkopifche Scheibe, Wunderfcheibe), ein im Jahr 1832 von Stampfer in Wien erfundener Apparat, durch den dem Auge rafch aufeinander folgende Bilder periodifcher Veränderungen derart vorgehalten werden, daß der Eindruck einer ftetigen Veränderung entfteht.

Die Stampferfche Scheibe kann in rafche Rotation verfetzt werden; fie trägt an ihrem Umfang in gleichen Abftänden Löcher zum Durchfehen und auf der dem Auge abgekehrten Seite die Bilder der aufeinander folgenden Stellungen eines in periodifcher Bewegung begriffenen Gegenftandes. Ein gegenüberftehender Spiegel zeigt dann dem Auge in kurzen Lichteindrücken die fich ablöfenden Bilder der bemalten Scheibe, alle in fcheinbar ftetiger, wellenförmig fortfchreitender Veränderung. Eine veränderte Konftruktion, der ftrobofkopifche Zylinder (Lebensrad, Dädaleum, Schnellfeher, Zoëtrop), wurde 1834 von Horner in Briftol angegeben: Ein um eine vertikale Achfe rotierender Zylindermantel trägt in gleichen Abftänden vertikale Schlitze, durch die man die an feiner Innenwand angebrachten Bilder betrachtet. Ein Spiegel ift alfo nicht nötig und die auf Papierftreifen gemalten Bilder können leicht ausgewechfelt werden, auch können mehrere Perfonen am Umfang des Zylinders zu gleicher Zeit beobachten. Anfangs ein Spielzeug, ift der Apparat neuerdings durch Anwendung momentphotographifcher Bilder tierifcher und menfchlicher Bewegungen zu einem Hilfsmittel phyfiologifcher und gymnaftifcher Studien geworden. Eine weitere Ausbildung hat das Prinzip der Augenblicksbilder im Kinematographen (f. d.) erfahren, einem Projektionsapparat (Zauberlaterne) mit mechanifcher Vorrichtung, um die Bilder in derfelben rafchen Aufeinanderfolge zu projizieren, in welcher der Vorgang, den fie darftellen, photographifch in Bildern fixiert wurde. S. Projektionsapparate. *A. Schmidt.*

Phafenanker, f. Motor, elektrifcher.

Phafenindikator, f. Kraftübertragung, elektrifche.

Phafenregel, Gibbsfche [1], ftellt eine für das Gleichgewicht eines Syftems maßgebende Zahlenbeziehung auf einerfeits zwifchen der Anzahl der dies Syftem bildenden Molekelgattungen (alfo der verfchiedenen Stoffe) und anderfeits der Anzahl von „Phafen", die in dem im Gleichgewicht befindlichen Syftem vereinigt find.

„Phafen" find in fich homogene (in ihrer Zufammenfetzung überall gleiche) Komplexe; z. B. kann ein Syftem, welches aus den Molekelgattungen Phenol und Waffer befteht, folgende im Gleichgewicht befindliche Phafen bilden: 1. feftes Phenol; 2. flüffige Schicht mit viel Phenol und wenig Waffer; 3. eine zweite (mit der erfteren nicht mifchbare) Schicht mit wenig Phenol und viel Waffer; 4. die gasförmige, wenig Phenoldampf, vorwiegend Waffer dampf enthaltende Phafe. Jeder verfchiedene feite Körper bildet alfo eine Phafe für fich, flüffiger Phafen kann es mehrere geben, gasförmiger (wegen Mifchbarkeit aller Gafe) nur eine.

Für ein „vollftändiges" Gleichgewicht (d. h. ein folches, bei welchem beim Uebergang eines Teils einer Phafe in eine andre der Gleichgewichtsdruck ungeändert bleibt), welches aus $n + 1$ Phafen befteht, müffen mindeftens n verfchiedene Molekelgattungen im Syftem vorhanden fein. n Stoffe können höchftens in $n + 2$ Phafen gleichzeitig exiftieren. Ueber die Ableitung diefes Gefetzes f. [1] und [2].

Literatur: [1] Gibbs, Trans. Connecticut Acad. III, S. 108 und 343; deutfch: Thermodynam. Studien, Gibbs-Oftwald, Leipzig 1892. — [2] Nernft, Theor. Chemie, Stuttgart 1893; Riecke, Zeitfchr. f. phyfik. Chemie, Bd. 6, S. 272 (1890). *Abegg.*

Phafenverfchiebungswinkel, f. Wechfelftrom.

Phenacetin, f. Antipyretika.

Phenakit, Mineral, kiefelfaure Beryllerde, Be_2SiO_4 (54,22 % SiO_2, 45,78 % BeO).

Kriftallifiert rhomboedrifch. Stark glasglänzend, farblos bis gelblich, durchfichtig. Bruch mufchelig. Spaltbar, aber nicht deutlich. Schwach lichtbrechend. Härte $7\frac{1}{2}$—8. Spez. Gew.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2,96—3,0. Vor dem Lötrohr unſchmelzbar und von Säuren nicht angreifbar. Er nimmt einen ſehr ſchönen Glanz nach dem Schleifen und Polieren an und wird in neuerer Zeit wie Diamant als Brillant geſchliffen und getragen. Vorkommen in Kolorado (Nordamerika), dann an der Tokowoia bei Katharinenburg (Ural), von wo er nach Niſhnij Nowgorod in Handel gelangt. *Leppla.*

Phenanthren, ſ. Teer.

Phenole, diejenigen aromatiſchen Verbindungen (ſ. d.), welche ſich von den Benzolkohlenwaſſerſtoffen durch Erſatz von Waſſerſtoff des Benzolkerns durch die Hydroxylgruppe ableiten und welche je nach der Anzahl der vorhandenen Hydroxylgruppen als ein- bezw. mehrwertige Phenole bezeichnet werden.

Das niedrigſte Phenol, das Benzophenol oder Phenol ſchlechthin, beſitzt demnach die Formel $C_6H_5 \cdot OH$. Die Phenole beſitzen ſchwach ſauern Charakter, indem der Waſſerſtoff der Hydroxylgruppe durch Metalle, beſonders Alkalimetalle, durch Alkohol- und Säureradikale erſetzt werden kann. Techniſch von hervorragender Wichtigkeit iſt die Fähigkeit der Phenole, ſich mit Diazoverbindungen zu Azo- und Disazofarbſtoffen zu vereinigen, ſowie die Bildung der Phthaleinfarbſtoffe beim Verſchmelzen der Phenole mit Phthalſäureanhydrid (ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche) und die Entſtehung der Salizylſäure aus Phenolnatrium und Kohlendioxyd (ſ. Salizylſäure). — Verſchiedene Phenole ſind im Pflanzenreich aufgefunden worden. Im tieriſchen Organismus werden eine Reihe von aromatiſchen Verbindungen, wie Benzol, Brombenzol, Anilin u. ſ. w., zu Phenol bezw. ſubſtituierten Phenolen oxydiert, welche dann durch den Harn als Phenolſchwefelſäuren ausgeſchieden werden. Ferner entſtehen Phenole bei der trockenen Deſtillation von Holz, beſonders Buchenholz, Torf, Braunkohlen und Steinkohlen; ſie finden ſich daher in den Teerölen und beſonders in den als Karbolöl (ſ. d.) bezeichneten Fraktionen. Die Phenole werden denſelben durch Schütteln mit Alkalilauge entzogen, dann aus der erhaltenen alkaliſchen Löſung mit Säuren wieder abgeſchieden und durch Deſtillation gereinigt. Von den zahlreichen Darſtellungsmethoden der Phenole intereſſiert hier nur die techniſch wichtige der Verſchmelzung der aromatiſchen Sulfoſäuren mit Aetzkali, welche von Kekulé und von Würtz und Dufart unabhängig voneinander im Jahre 1867 aufgefunden worden iſt: $C_6H_5 \cdot SO_3K + KOH = C_6H_5 \cdot OH + K_2SO_3$. Die Operation wird in eiſernen Keſſeln ausgeführt, das Phenol aus der in Waſſer gelöſten Schmelze in Freiheit geſetzt und durch Deſtillation gereinigt. — Das Benzophenol, Phenol, Karbolſäure $C_6H_5 \cdot OH$, ſchmilzt bei 43°, ſiedet bei 183° und hat das ſpez. Gew. 1,084. Das reine Phenol kriſtalliſiert in farbloſen, langen Prismen, welche einen charakteriſtiſchen Geruch und einen brennenden Geſchmack beſitzen, antiſeptiſch und in größeren Mengen ſtark giftig wirken. Das käufliche Phenol bildet eine farbloſe, kriſtalliniſche Maſſe, welche ſich an der Luft allmählich rötlich färbt. In Waſſer löſt ſich das Phenol nicht leicht, leicht dagegen in Alkohol, Aether und Eiſeſſig. Mit Waſſerdämpfen iſt es flüchtig. Mit Brom entſteht ſymmetriſches Tribromphenol als gelblicher, pulveriger Niederſchlag ſogar aus verdünnten Löſungen; Eiſenoxydſalze färben neutrale Phenollöſungen violett. Das Phenol wird techniſch in großem Maßſtabe gewonnen zur Verwendung in der Farbinduſtrie ſowie wegen ſeiner antiſeptiſchen Eigenſchaften als Desinfektionsmittel und wird in der Pharmazie als Karbolſäure bezeichnet. Von höheren Phenolen ſeien die Oxytoluole, die Krefole $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot OH$ erwähnt, welche in drei Iſomeren vorkommen und namentlich im Buchenholzteer enthalten ſind. Ueber die Methyl-p-Iſopropylphenole $C_{10}H_{14}O$, das Carvacrol und das Thymol, ſ. Carvacrol. Da in den Phenolen die Waſſerſtoffatome des Benzolkerns durch Subſtituenten vertretbar ſind, ſo exiſtieren eine große Anzahl von Derivaten derſelben, wie die Halogen- und Nitrophenole, die Amidophenole, Phenolſulfoſäuren u. ſ. w.

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, 3. Aufl., Hamburg und Leipzig 1896, Bd. 2, S. 644 ff.; Schmidt, Organ. Chemie, II, Braunſchweig 1902. *(Kerp) Bujard.*

Phenylenblau, Phenylendiamin, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 629.

Phenylpurpurſäure, ſ. Iſopurpurſäure.

Phiale, ſ. Fiale.

Phloxin (Floxin), ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 632.

Phonautograph, ein zum Aufzeichnen von Schallwellen dienender Apparat.

Ein paraboliſcher Schalltrichter aus Metallblech, vor deſſen weiter Oeffnung die Töne erzeugt werden, konzentriert die Wellen gegen eine über die engere Bodenöffnung geſpannte Membran. Letztere trägt an ihrer Außenſeite einen Stift, der die Schwingungen der Membran auf eine berußte Trommel zeichnet, die durch Drehung einer Kurbel am Stifte vorbeigeführt wird. Der Apparat iſt ein Vorläufer des Phonographen. *A. Schmidt.*

Phonograph. Der von Ediſon 1878 erfundene Phonograph iſt aus dem Phonautograph (ſ. d.) hervorgegangen. Er unterſcheidet ſich dadurch von dieſem, daß er nicht zur Uebertragung der Schallwellen in eine ſichtbare, die Wellenformen charakteriſierende Schrift dient, ſondern zu einer mechaniſchen Fixierung dieſer Wellen, die deren Wiedererzeugung ermöglicht.

Die Membran des Schalltrichters drückt mittels zwiſchengeſchalteter Dämpfer aus Kautſchuk gegen einen federnden Hebel, der den kurzen, ſtumpfen Schreibſtift trägt. Die Trommel trägt eine ſchraubenförmig ſie umziehende Rinne von derſelben Ganghöhe wie die ſchraubenförmige Achſe, ſo daß bei jeder Umdrehung ſich die Trommel der Länge nach um einen Schraubengang verſchiebt. Ein über die Trommel gelegtes Stanniolblatt wird von dem Schreibſtift beim Drehen der Trommel in die Rinne eingedrückt, ſo, daß die Tiefe des Eindrucks mit den Schwingungen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Membran veränderlich ist. Bei Reproduktion des Phonogramms wird der Stift wieder durch Drehen der Trommel über die Vertiefungen des Stanniolblattes weggeführt und dadurch die Membran des Schalltrichters in Schwingungen versetzt, die sich auf die Luft übertragen. Statt des Stanniols wendet Edison jetzt eine aus Wachs und Harzen bestehende Trommel an, in welche die Schrift durch einen kleinen hohlmeißelförmigen Stift eingedrückt wird, während zur Reproduktion ein kugelig abgerundeter Stift verwendet wird. Weiteres s. [1].

Bei dem Grammophon, z. B. dem von Berliner (Grammophonfabrik von Kämmer, Reinhardt & Co. in Waltershausen), findet die Aufnahme des Phonogramms auf einer mit Aetzgrund überzogenen Zinkplatte statt, die nachher durch Aetzung eine sehr dauerhafte Schrift erhält. Nur die zur Reproduktion, nicht die zur Aufnahme dienenden Apparate kommen zum Verkauf.

Als Megaphon bezeichnet man ein mit starker Lautverstärkung tönendes Grammophon. Das Megaphon von G. Laudet, verfertigt von Goumont & Co. [2], beruht auf der Entdeckung des Engländers Porter, daß eine in eine Bunsenflamme, besonders in deren heißesten Teil, gehaltene tönende Stimmgabel infolge der so bewirkten stoßweisen Verbrennung des Gases eine starke Tonverstärkung hören läßt. Bei Laudets Apparat wird das Gas vor dem Brenner durch eine Kapsel geleitet, in der durch den die Photophonscheibe berührenden Stift eine Zunge derart in schwingende Bewegung versetzt wird, daß das Gas unter abwechselnden Verstärkungen und Schwächungen des Drucks dem Brenner zuströmt. Der Ausschlag der schwingenden Zunge und damit die Tonstärke sind regulierbar.

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Physikal. Technik, Braunschweig 1895, Bd. 2, S. 95. — [2] La Nature 1906, 34, S. 412. *A. Schmidt.*

Phonolith (Klingstein), vorwiegend aus Sanidin, Nephelin und Augit zusammengesetztes, meist etwas porphyrisches, grünlich- oder hellgraues Gestein.

Nebensächliche, aber charakteristische Gemengteile sind noch Leucit, Hauyn, Nosean, Hornblende, Titanit, Magnetit, Apatit u. s. w. Die Gesteine werden verhältnismäßig leicht von Säuren angegriffen und zersetzt. Verwendung eine geringe, fast nur für Kleinschlag. Für Pflasterung eignet er sich wegen der schieferigen und platten Absonderung und starken Klüftung sowie der geringen Härte und des kleinen Korns wegen wenig. Sehr dünn spaltende Phonolithe werden in Frankreich (Mt. Dore) zur Dachdeckung benutzt. — Phonolithtuffe sind zumeist aus Trümmermaterial von Phonolith und andern Auswurfsmassen bestehende geschichtete und meist auch schichtig wechselnde, hellgraue Gesteine. — Durch einen wesentlichen Gehalt an kleinen Leuciten zeichnen sich einige Phonolithe (Leucitphonolithe) der Eifel aus. Sie dienen, weil verhältnismäßig leicht schmelzbar, reich an Alkalien, als Zuschlag bei der Erzeugung von farbigem Flaschenglas. Mit der Eruption des Leucitphonolithes in Verbindung steht hier die Bildung von weißen bimssteinreichen Tuffen (Leucitphonolithtuffen), die bei Weibern den in der Hochbautechnik so viel verwendeten Weiberstein oder Weiberner Tuffstein liefern. *Leppla.*

Phonolithlack, Gemisch aus 40 Teilen Harz, 20 Teilen Paraffinöl und 40 Teilen Bolus, zum Anstreichen von Pappedächern.

Phoronomie, s. Geometrie.

Phosgenit, s. v. w. Bleihornerz (s. d.).

Phosphate. Die Salze der drei verschiedenen Phosphorsäuren bezeichnet man als Phosphate, und zwar je nach der Phosphorsäure, von der sie sich ableiten, als Ortho-, als Pyro- oder als Metaphosphate.

Da die Orthophosphorsäure eine dreibasische Säure ist, so hat man drei Reihen von Orthophosphaten, primäre (auch zweifachsaure genannte, RH_2PO_4), sekundäre (einfachsaure, R_2HPO_4) und tertiäre (neutrale, R_3PO_4) zu unterscheiden. Von den Pyrophosphaten sind nur sekundäre ($R_2H_2P_2O_7$) und quartäre ($R_4P_2O_7$) Salze bekannt, während die Metaphosphorsäure als einbasische Säure nur eine Reihe von Salzen (RPO_3) liefert. Von der Pyro- und Metaphosphorsäure sind auch noch eine Reihe polymerer Salze bekannt.

Die natürlich vorkommenden Phosphate sind mit wenigen Ausnahmen Salze der Orthophosphorsäure, so Apatit, Phosphorit, Vivianit, Wawellit, Pyromorphit, Kallait (Türkis) u. a. m. Durch die Verwitterung von phosphathaltigen Gesteinen gelangen die phosphorsauern Salze in den Erdboden, welcher sie wieder in Form löslicher saurer Phosphate an Pflanzen abgibt. Durch Genuß dieser Pflanzen werden die Phosphate von dem tierischen Körper aufgenommen, in welchem sie sich zum Teile in den Knochen ablagern. Ein andrer Teil verläßt den Tierkörper mit den Exkrementen, welche ihres Phosphorsäuregehaltes wegen als Düngemittel sehr geschätzt werden (s. a. Guano, Guanophosphate und Phosphorsäuredünger). Die Phosphate finden verschiedene Verwendung. Die Knochen, die zur Hauptsache aus $Ca_3(PO_4)_2$ bestehen, werden auf Phosphor verarbeitet. Der Phosphorit und der Guano sind ausgezeichnete Düngemittel, ebenso die phosphatreiche Schlacke, welche beim Verhütten von Eisenerzen, die basische Phosphate enthalten, nach dem Thomas-Gilchrist-Verfahren abfällt. *(Kauffmann) Rathgen.*

Phosphin, s. Farbstoffe, künstliche organische, Bd. 3, S. 633.

Phosphor *P*, Metalloid, Atomgew. 31,0, kommt in der Natur vornehmlich in Form von Phosphaten (Apatit, Phosphorit u. a. und Guano) vor, ferner als Nebenbestandteil vieler Eisenerze und in anorganischen und organischen Substanzen der Pflanzen und Tiere (Knochen, Muskeln, Gehirn u. s. w.).

Der Phosphor wird aus den zur Entfernung der organischen Verbindungen weißgebrannten Knochen oder aus den mineralisch vorkommenden Phosphaten hergestellt, indem das durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Behandlung mit Schwefelfäure gewonnene Monocalciumphosphat (1.) durch Erhitzen in Calciummetaphosphat (2.) übergeführt und dieſes nach dem Miſchen mit Kohle der Rotglut ausgeſetzt wird (3.).

1. $Ca_3(PO_4)_2 + 2\,H_2SO_4 = CaH_4(PO_4)_2 + 2\,CaSO_4$
2. $CaH_4(PO_4)_2 = Ca(PO_3)_2 + 2\,H_2O$
3. $3\,Ca(PO_3)_2 + 10\,C = 4\,P + Ca_3(PO_4)_2 + 10\,CO.$

Während hierbei nur zwei Drittel des Phosphors gewonnen werden, läßt ſich eine größere Ausbeute erzielen, wenn die Reduktion bei höherer Temperatur und bei Zugabe von Quarz geſchieht.

$$2\,Ca(PO_3)_2 + 10\,C + 2\,SiO_2 = 4\,P + 2\,CaSiO_3 + 10\,CO.$$

Das bei dem Aufſchließen (1.) mit Schwefelſäure entſtehende Gemenge von Monocalciumphosphat und Gips wird auch als Düngemittel (ſogenanntes Superphosphat) benutzt. Die Reduktion durch Erhitzen mit gekörnter Holzkohle geſchieht entweder in feuerfeſten Retorten oder neuerdings häufiger im elektriſchen Ofen, in dem auch durch die hohe Temperatur nicht aufgeſchloſſenes Calciumphosphat direkt auf Phosphor verarbeitet werden kann.

$$2\,Ca_3(PO_4)_2 + 10\,C + 6\,SiO_2 = 4\,P + 6\,CaSiO_3 + 10\,CO.$$

Der überdeſtillierende Phosphor wird unter Waſſer in gekühlten Vorlagen aufgefangen und meiſtens durch Deſtillation gereinigt. Er kommt in den Handel in Form von Stangen oder von mehrere Kilogramm ſchweren Kegeln, und zwar unter Waſſer oder beſſer unter Glyzerin, da Waſſer durch Gefrieren das Aufbewahrungsgefäß ſprengen kann. Vom Phosphor ſind drei allotrope Modifikationen bekannt.

1. **Gewöhnlicher weißer oder gelber Phosphor.** Er iſt in friſchem Zuſtand faſt farblos, durchſcheinend, von wachsartigem Ausſehen und wachsartiger Konſiſtenz; in der Kälte iſt er ſpröde. Spez. Gew. 1,83. Schmelzpunkt 44°. Siedepunkt 290°. In Waſſer und Alkohol faſt unlöslich, ſchwierig löslich in Aether, fetten und ätheriſchen Oelen, leicht löslich in Schwefelkohlenſtoff, Chloroform, Benzol, Chlorſchwefel. An der Luft leuchtet der friſche Phosphor im Dunkeln unter Bildung von Ozon und Ammoniumnitrit. Durch Reiben und Stoßen oder durch Erwärmen auf 60° entzündet er ſich an der Luft und verbrennt mit intenſiv gelbweißer Flamme zu Phosphorpentoxyd (P_2O_5). Läßt man die Löſung des Phosphors in Schwefelkohlenſtoff auf Filtrierpapier tropfen und freiwillig verdunſten, ſo hinterbleibt der Phosphor in ſo feinverteiltem Zuſtande, daß er in der innigen Berührung mit dem Sauerſtoff der Luft plötzlich entflammt. Salpeterſäure oxydiert den Phosphor zu Phosphorſäure; mit Chlor und Brom verbindet er ſich ſchon bei gewöhnlicher Temperatur unter Feuererſcheinung; mit Alkalihydroxyd gekocht, entſteht Phosphorwaſſerſtoff und unterphosphorigſaures Salz (RH_2PO_2). Er iſt ein ſtarkes Gift, das ſchon in Mengen von 0,1—0,2 g tödlich iſt; häufiges Einatmen feiner Dämpfe bewirkt die ſogenannte Phosphornekroſe, die beſonders Kiefer und Zähne der Arbeiter in den Zündholzfabriken ergreift.

2. **Roter Phosphor** entſteht bei längerem Erhitzen des weißen Phosphors auf 240—250°; bei höherer Temperatur verwandelt ſich der rote wieder in den gewöhnlichen, ebenſo beim Deſtillieren in indifferenten Gaſen wie Kohlenſtoffdioxyd. Der rote Phosphor iſt ein dunkelrotes amorphes Pulver von 2,1 ſpez. Gew. Er leuchtet nicht im Dunkeln, oxydiert ſich nicht an der Luft, entzündet ſich erſt bei 200°, iſt in den Löſungsmitteln des weißen Phosphors unlöslich und iſt nicht giftig. Beim Reiben entzündet er ſich nicht, dagegen explodiert er, wenn er mit Kaliumchlorat oder Superoxyden zuſammen gerieben wird.

3. **Der orangefarbene, hellrote Phosphor** wird durch Erhitzen von gewöhnlichem Phosphor in Phosphortribromid als voluminöſe, in Schwefelkohlenſtoff unlösliche und nicht giftige Maſſe erhalten.

Außer zur Herſtellung verſchiedener chemiſcher Produkte wird der weiße Phosphor als Rattengift (Phosphorlatwerge), werden alle drei Modifikationen des Phosphors in der Zündwarenfabrikation benutzt. In Deutſchland iſt jetzt die Verwendung des weißen Phosphors zu Zündhölzern verboten. Die jährliche Geſamtproduktion an Phosphor beträgt gegen 3000 t. Der Preis des weißen Phosphors beträgt etwa 3 ℳ, der des roten etwa 4 ℳ pro Kilogramm. Der weiße Phosphor wurde 1669 von Brandt in Hamburg, der rote 1845 von Schrötter in Wien entdeckt.

Literatur: Muspratts Chemie, 4. Aufl., Braunſchweig 1900, Bd. 7, S. 1; Wichelhaus, Vorleſungen über chemiſche Technologie, 2. Aufl., Berlin 1906, S. 262; Erdmann, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, 4. Aufl., Braunſchweig 1907, S. 339. *Rathgen.*

Phosphorcalcium, ſ. Calciumphosphid.

Phosphore (Leuchtſteine, Lichtmagnete), Körper, welche nach vorausgegangener Beſtrahlung mit Sonnenlicht oder anderm intenſivem Licht phosphoreſzieren. Dahin gehören vor allem der Diamant, ferner Schwefelcalcium (Balmainſche Leuchtfarbe), Schwefelbaryum, der Bologneſer Leuchtſtein (ſ. Baryumſulfuret).

Phosphoreſzenz, ſ. Lumineſzenz.

Phosphorete, Verbindungen des Phosphors mit Metallen.

Phosphorfeuerzeug, von Cogniard de la Tour erfundenes chemiſches Feuerzeug, bei welchem durch ein in einem Fläſchchen befindliches Phosphorpräparat ein eingetauchtes Schwefelhölzchen entzündet wird. *Häußermann.*

Phosphorglas, aus geſchmolzenem phosphorſauerm Kalk hergeſtelltes Glas, das ſich beſonders für Gefäße zur Aufbewahrung von Fluorwaſſerſtoff eignet.

Phosphorite, phosphatiſche Geſteine, die als Düngemittel bezw. zur Bereitung von Superphosphaten dienen (ſ. Phosphorſäuredünger). Die wich-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

tigsten derselben sind der echte Phosphorit oder Apatit (s. d.) und der Lahnphosphorit. *Weitz.*

Phosphorkupfer, s. Kupferphosphide.

Phosphoroskop, Apparat, den E. Becquerel herstellte, Ph. Lenard durch Verbindung mit dem Induktorium vereinfachte [1], um verschiedene Substanzen auf ihre durch Belichtung erregte, wenn auch nur sehr kurz dauernde Phosphoreszenz (Photolumineszenz) zu prüfen; s. Lumineszenz.

Literatur: [1] Wiedemanns Annalen 1892, 46, S. 637. *A. Schmidt.*

Phosphorsäureanhydrid (Phosphorpentoxyd, wasserfreie Phosphorsäure) P_2O_5, weiße, flockige Substanz, die aus der Luft begierig Wasser anzieht und zu einer sauern Masse zerfließt, die hauptsächlich aus Metaphosphorsäure, HPO_3, besteht. Auf Wasser geworfen, verbindet es sich mit ihm unter starker Erwärmung und Zischen. Es ist das beste Trockenmittel für Gase.

Phosphorsäuredünger sind von außerordentlicher Bedeutung als Düngemittel, wie schon aus dem Umstande genügend hervorgeht, daß einerseits Phosphorsäure in jeder Pflanze und in jedem Teile derselben enthalten, anderseits aber der Boden mehr oder weniger arm an Phosphorsäure ist. Sämtliche als Düngemittel in den Handel kommende Phosphate werden in bezug auf ihren Düngewert in basische und Superphosphate eingeteilt.

Die in der Natur vorkommenden Phosphate sind alle basische Phosphate, d. h. die in ihnen enthaltene Phosphorsäure hat mit Calcium, Eisen, Magnesium oder andern Basen gesättigte Salze gebildet. Diese phosphorsauern Salze sind aber in Wasser unlöslich und haben somit nur geringen Düngewert, weil die Pflanze nur lösliche Stoffe aufnehmen kann. Liebig schlug vor, die von der Natur gebotenen rohen unlöslichen Phosphate durch Behandeln mit Schwefelsäure in lösliche zu verwandeln. Dieses Verfahren nennt man Aufschließen und die so aufgeschlossenen rohen Phosphate Superphosphate. Trotzdem die Superphosphate drei- bis viermal teurer sind als die Rohphosphate, so ist doch ihre Verwendung in der Landwirtschaft bei weitem rationeller, und nur sie allein geben eine Garantie in bezug auf Schnelligkeit und Sicherheit der Wirkung. Bei längerem Lagern aber kann bei Gegenwart von Eisenoxyd oder Tonerde u. s. w. ein Teil dieser künstlich löslich gemachten Phosphorsäure wieder unlöslich werden, und man nennt deshalb diese Phosphorsäure zurückgegangene. Aus diesem Grunde eignen sich auch alle Rohphosphate, die genannte Substanzen enthalten, wie z. B. der Lahnphosphorit, nur sehr schlecht zur Darstellung von Superphosphaten. Noch ist die sogenannte präzipitierte Phosphorsäure, d. i. auf chemischem Wege gefällte Phosphorsäure, zu erwähnen; s. Kalk, phosphorsaurer.

Auch die rohen Phosphate werden schließlich von der kohlensäurehaltigen Bodenflüssigkeit aufgelöst; indes gehören dazu sehr große Wassermengen und eine sehr lange Zeit, so daß gerade die junge Pflanze, bei der es am wichtigsten ist, sie reichlich mit Nahrung zu versorgen, die Phosphorsäure noch nicht gelöst vorfindet. Außer der löslichen und unlöslichen Phosphorsäure ist noch die bodenlösliche zu nennen, d. h. eine Phosphorsäure, die in Wasser nicht wie die lösliche der Superphosphate aufgelöst wird, wohl aber (wenn auch in etwas längerer Zeit) von der Bodenflüssigkeit, worauf es doch schließlich im wesentlichen ankommt. Hierher ist die bereits erwähnte zurückgegangene Phosphorsäure zu zählen und diejenige, die in der Thomasschlacke (s. d.) enthalten ist. Von letzterer kommt daher im ersten Jahre nach Paul Wagner nur so viel zur Geltung, als ihrer Zitratlöslichkeit entspricht, und es muß daher zur Düngung das Quantum danach berechnet werden.

Deutschland konsumierte 1901 ca. 22000000 dz Phosphate, und zwar ca. 9000000 dz Superphosphat, ca. 10000000 dz Thomasmehl und ca. 3000000 dz sonstiger Phosphate.

Literatur: Wagner, P., Düngungsfragen, Heft I, Darmstadt 1894, Heft V, Berlin 1904; Weitz, Der landwirtschaftliche Raubbau, 3. Aufl., Berlin 1894; Wolff, Praktische Düngerlehre, 11. Aufl., Berlin 1889; Bersch, W., Moderne Landwirtschaft, Wien 1903. *Weitz.*

Phosphorsäuren (Knochensäuren), drei nahe miteinander verwandte chemische Verbindungen, von denen jede leicht in die andre übergeht.

Die gewöhnliche Phosphorsäure (Phosphorsäure schlechthin, Orthophosphorsäure, Dreibasische Phosphorsäure), H_3PO_4, bildet sich, wenn Phosphor mit Salpetersäure oxydiert und die überschüssige Salpetersäure abdestilliert wird. Sirupdicke, farblose, nicht giftige Flüssigkeit von stark sauerm Geschmack, die sich aus sehr konzentrierten Lösungen auch in Form prismatischer Kristalle abscheidet. Sie ist in Wasser in jedem Verhältnis löslich, fällt Eiweißlösung nicht, gibt mit Silbersalzen einen gelben Niederschlag und geht beim Erhitzen auf 220° unter Wasserabgabe in die Paraphosphorsäure (Pyrophosphorsäure, zweibasische Phosphorsäure), $H_4P_2O_7$, über. Diese unterscheidet sich von der vorigen Säure dadurch, daß sie mit Silbersalzen einen weißen Niederschlag liefert. Durch Erhitzen beider Phosphorsäuren auf 400° entsteht Metaphosphorsäure (einbasische Phosphorsäure), HPO_3, eine glasartige, in der Rotglut schmelzende und sich verflüchtigende Masse. Sie fällt Eiweiß und gibt mit Silbersalzen einen weißen Niederschlag. In wässeriger Lösung geht sie leicht in Pyro- und schließlich in Orthophosphorsäure über.

Phosphorsäuresalze, s. v. w. Phosphate (s. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Photochemie, die Lehre von den chemiſchen Wirkungen des Lichts, entwickelte ſich Hand in Hand mit der phyſikaliſchen Chemie, nahm aber erſt einen erheblichen Aufſchwung, als eine neue Technik, die Photographie und zahlreiche andre mit derſelben in Verbindung ſtehende Verfahren, aus derſelben erwuchſen.

Licht iſt eine Wellenbewegung des Aethers, eine beſondere Form von ſtrahlender Energie, zu welcher auch Strahlen elektriſcher Energie, Wärmeſtrahlen u. ſ. w. gerechnet werden. — Da Licht eine Art von Energie iſt, ſo gilt für dasſelbe auch der Satz von der Erhaltung der Energie, „daß die Energie ſich zwar der Form nach, nicht aber der Menge nach verändern kann“. Die Lichtenergie kann alſo in andre Formen von Energie übergeführt werden, z. B. beim Beſtrahlen von Ruß in Wärme, wobei Licht abſorbiert wird. — Mitunter kann aber Licht auch chemiſche Prozeſſe beeinfluſſen, wobei gleichfalls Licht abſorbiert und zur Auslöſung, Beſchleunigung oder Durchführung eines chemiſchen Prozeſſes verbraucht wird.

Die thermiſche und photochemiſche Wirkung des Lichts läuft nebeneinander und kann auseinander gehalten werden, z. B. wird Fehlingſche Löſung (Alkalikupfertartratlöſung) vom Spektrum ſo beeinflußt, daß chemiſche Reduktion zu Kupferoxydul im ultravioletten Teile herbeigeführt wird, im roten aber Wärmewirkung. Dagegen wird Cyanin, ein lichtunechter blauer Chinolinfarbſtoff, im roten und gelben Teil des Spektrums, wo er Licht abſorbiert, energiſch gebleicht, und es fällt thermiſche Abſorption und photochemiſche Wirkung auf denſelben Spektralbezirk.

Die Abſorption des Lichtes und Umwandlung in andre Energieformen hängt alſo von der Wellenlänge des Lichtes ab. — Das Licht kann nur dann auf einen Körper wirken, wenn es von demſelben abſorbiert wird. Das gab zuerſt Th. v. Grotthus an und bewies Draper für Silberſalze 1841, J. Herſchel für im Licht bleichende Blumenblätter. Dieſe ſind daher empfindlich für farbige Strahlen, welche ihrer Eigenfarbe komplementär ſind, denn ſie werden eben von den farbigen Blüten abſorbiert. — H. W. Vogel wies nach, daß nicht nur die Abſorption der lichtempfindlichen Stoffe ſelbſt, ſondern auch die Abſorption beigemengter Stoffe, namentlich Farbſtoffe, eine wichtige Rolle ſpielt. Bromſilber, ſonſt nur empfindlich für Blau und Violett ſowie Ultraviolett, wenig für Grün, Gelb und Rot, wird für dieſe Strahlen durch Färbung mit Rot, Gelb und Grün abſorbierenden Farbſtoffen empfindlich. So gelingt es jetzt, Bromſilber (auch Chlorſilber) für jede beliebige, ſonſt auf Bromſilber unwirkſame Farbe empfindlich zu machen. Darauf beruht die orthochromatiſche Photographie (Orthochromaſie, ſ. d.). Auch bei andern lichtempfindlichen Körpern ſpielt das Vogelſche Prinzip eine Rolle.

Bei den meiſten photographiſchen Prozeſſen wirkt das Licht beſchleunigend auf ſolche chemiſche Reaktionen, welche auch ohne Lichtwirkung von ſelbſt allerdings in viel längerer Zeit eintreten (z. B. bei Chromatgelatine, Ferrioxalat). Oſtwald vergleicht dieſe Art der Lichtwirkung mit der Katalyſe, bei welcher die Geſchwindigkeit einer Reaktion durch Gegenwart eines Stoffes, welcher ſich ſelbſt an der Reaktion nicht beteiligt, beeinflußt (erhöht) wird.

Das für die ſichtbaren optiſch hellen Strahlen erwieſene Geſetz der Abnahme der Lichtintenſität mit dem Quadrate der Entfernung der Lichtquelle gilt auch für die chemiſch wirkſamen Strahlen. Dieſer Satz iſt von Bunſen und Roscoe für das Chlorknallgasphotometer und neuerdings von Eder auch für Bromſilbergelatine experimentell nachgewieſen worden; auch für die Zerſetzung der Kohlenſäure durch grüne Pflanzen unter dem Einfluſſe des Lichtes iſt das „Entfernungsgeſetz“ annähernd gültig befunden worden (Wolkow und v. Tieghem). — Wenn alſo beiſpielsweiſe eine beſtimmte Fläche bei ſenkrechtem Lichteinfalle von einer Lichtquelle um den fünffachen Abſtand entfernt iſt, ſo wirkt das Licht nur mehr mit dem 25. Teil ſeiner urſprünglichen Intenſität darauf ein. Bei photographiſchen Prozeſſen wird man in letzterem Falle 25 mal länger belichten müſſen, um annähernd denſelben photographiſchen Effekt zu erzielen; jedoch finden Abweichungen von dieſer einfachen Regel (Reziprozitätsregel) ſtatt; wenn auch die chemiſch wirkſamen Lichtſtrahlen dem Entfernungsgeſetze gehorchen und ihre Intenſität mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, ſo bleibt der chemiſche Effekt der relativ wenig hellen Strahlen häufig merklich hinter jenem Effekt zurück, welchen man proportional der abnehmenden Lichtintenſität erwarten würde.

Faſt alle Stoffe ſcheinen mehr oder weniger lichtempfindlich zu ſein, teils für ſich, teils in Berührung mit andern (ſ. a. Senſibiliſatoren). Selbſt das Glas iſt in hohem Grade lichtempfindlich, am ſtärkſten manganhaltige Gläſer, welche im Licht (ebenſo unter dem Einfluß der Radiumſtrahlen) violett werden. — In zahlreichen Fällen bringt das Licht eine dem Auge unmittelbar wahrnehmbare chemiſche Veränderung hervor (Schwärzung von Silberſalzen, Bräunung von Bichromaten auf Papier im Lichte u. ſ. w.), was man dann direkte Lichtwirkung nennt; die auf dieſe Weiſe entſtehenden photographiſchen Bilder nennt man direkte Lichtbilder (direktes photographiſches Kopierverfahren). Die hierbei auftretende ſichtbare Veränderung der lichtempfindlichen Subſtanz iſt durch die chemiſche Analyſe quantitativ zu beſtimmen (Uebergang von weißem Chlorſilber in dunkles Silberſubchlorid, Reduktion der Chromate zu braunem Chromdioxyd u. ſ. w.). — Gewiſſe Silberverbindungen (*AgJ, AgBr, AgCl*) und Queckſilberverbindungen verändern ſich bei ſehr kurzer Belichtung in keinerlei direkt ſichtbarer Weiſe, trotzdem ſie minimal chemiſch oder phyſikaliſch verändert wurden. Dieſe Lichtwirkungen ſind ſo gering, daß ſie durch die quantitative chemiſche Analyſe nicht nachgewieſen werden können; es iſt aber ein verborgenes Lichtbild (latentes Lichtbild) vorhanden, welches ſich insbeſondere durch erhöhte Reduzierbarkeit der belichteten Silberverbindung gegen Reduktionsmittel äußert. Dieſe Reduktionsmittel (Eiſenſalz, Pyrogallol, Hydrochinon u. ſ. w.) müſſen ſo gewählt werden, daß ſie das unbelichtete Silberſalz nicht, dagegen das belichtete ſtark zu metalliſchem Silber reduzieren; dann wird das latente Lichtbild

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

deutlich ſichtbar werden („hervorgerufen“ oder „entwickelt“). Die „Entwicklung“ der latenten Lichtbilder kann auch durch Einwirkung von Dämpfen erfolgen, welche ſich auf die belichteten Stellen ſtärker kondenſieren als auf die nicht belichteten, worauf das Prinzip der Daguerreotypie (Entwicklung mit Queckſilberdampf) beruht. Die Entwicklungsvorgänge ſind für die angewandte Photographie von höchſter Wichtigkeit.

Das Licht kann verſchiedene Arten von chemiſchen Reaktionen beeinfluſſen. — Es kann allotropiſche Aenderungen verurſachen, z. B. bleibende Modifikationsänderung von gelbem in roten Phosphor, von Schwefel, Selen, Sauerſtoff u. a. — Die elektriſche Leitfähigkeit des Selens wird beim Belichten erhöht. Dies ſpielt eine große Rolle in der Lichttelegraphie. Nur gewiſſe Modifikationen des Selens ſind lichtempfindlich. Hört die Belichtung auf, ſo wird der alte große Leitwiderſtand von ſelbſt wiederhergeſtellt. Es tritt wahrſcheinlich temporäre Diſſoziation oder Ioniſierung der Selenmolekel auf. — Während beim Belichten des Selens ſehr verwickelte, zum Teil noch nicht ganz ſichergeſtellte Vorgänge auftreten, liegt dies beim Sauerſtoff einfacher. — Ozon entſteht aus Sauerſtoff nicht nur durch elektriſche Entladung, ſondern auch durch ultraviolettes Licht, wobei ein gewiſſer Gleichgewichtszuſtand zwiſchen O_2 und O_3 eintritt. — Wird feuchte atmoſphäriſche Luft von ultravioletttem Sonnenlicht durchſtrahlt, ſo bilden ſich Ozon und ſogenannte Nebelkerne, indem wahrſcheinlich freie Gasionen entſtehen, welche zur Erklärung der meteorologiſchen Nebelbildung wichtig geworden ſind. Hierbei wird der Energieinhalt des Sauerſtoffes vergrößert und dabei die Anzahl der Atome im Moleküle von zwei auf drei vermehrt, es findet alſo gewiſſermaßen eine Polymeriſation ſtatt. Die Photopolymeriſation iſt namentlich für die organiſche Chemie wichtig geworden, ſo z. B. werden Zimtſäure, Styrol, viele Kohlenwaſſerſtoffe im Licht polymeriſiert, eine Löſung von Anthracen in Aniſol (Siedepunkt 152° C.), trübt ſich am Lichte unter Ausſcheidung von unlöslichem Dianthracen:

$$\underset{\text{Anthracen}}{2\,C_{14}H_{10}} \underset{\text{Dunkel}}{\overset{\text{Licht}}{\rightleftarrows}} \underset{\text{Dianthracen.}}{C_{28}H_{20}}$$

Es tritt allmählich ein Gleichgewichtszuſtand ein, den Luther genau unterſuchte. Nach dem Aufhören der Belichtung bildet ſich allmählich wieder Anthracen zurück. Das hierbei ſich einſtellende photochemiſche Gleichgewicht iſt verſchieden von den Dunkelgleichgewichten. — Damit Dunkelgleichgewicht unverändert beſtehen bleibt, iſt kein dauernder Aufwand an Energie erforderlich, vorausgeſetzt, daß alle Energieverluſte nach außen vermieden ſind. Anders iſt es bei den photochemiſchen Gleichgewichten. Hier muß dauernd Licht zuſtrahlen, damit der Zuſtand keine Aenderung erleidet. Sobald wir den Lichtzutritt hemmen, kehrt unſer Gemenge allmählich unaufhaltbar wieder in ſeinen urſprünglichen Zuſtand zurück. Die Aufrechthaltung eines derartigen Dauerzuſtandes iſt alſo kauſal mit einem dauernden Verbrauch der einſtrahlenden Lichtenergie verknüpft.

Als Photoiſomeriſation gibt Ciamician die Umwandlung des Nitrobenzaldehydes in Nitroſobenzoeſäure an:

$$\underset{\text{Nitrobenzaldehyd}}{\begin{matrix} C_6H_4NO_2 \\ | \\ CHO \end{matrix}} \longrightarrow \underset{\text{Nitroſobenzoeſäure.}}{\begin{matrix} C_6H_4NO \\ | \\ COOH \end{matrix}}$$

Solche Photoiſomeriſationen ſind in größerer Zahl durch die Unterſuchungen von Ciamician und Silber u. a. bekanntgemacht worden.

Das Licht bewirkt häufig Reduktion und Oxydation. Kaliumbichromat auf Papier oder gemiſcht mit Leim gibt beim Belichten Chromdioxyd, indem die Tendenz herrſcht, daß Chromſäure zu Chromdioxyd oder Chromichromat reduziert wird ($K_2Cr_2O_7 = K_2CrO_4 + CrO_2 + O$), welches braun iſt und Gelatine gerbt, jedoch beim Waſchen mit Waſſer allmählich Chromſäure abgibt und baſiſche Chromichromate bildet. Dieſer Prozeß geht auch im Finſtern vor ſich, braucht aber monate- oder wochenlang. — Das Licht beſchleunigt den Prozeß gleichſam als Katalyſator.

Viele photochemiſche Reaktionen ſind Ionenreaktionen; z. B. die Zerſetzung von wäſſeriger Jodwaſſerſtoffſäure, Chlorwaſſer u. ſ. w. am Lichte. Chlorwaſſer gibt im Lichte Salzſäure und Sauerſtoff als Hauptzerſetzungsprodukte:

$$\underset{\text{Chlorwaſſer}}{2\,Cl_2 + 2\,H_2O} = 4\,HCl + O_2$$

oder, als Ionengleichung geſchrieben,

$$2\overset{+}{H} + 2\overset{-}{OH} + 2\,Cl_2 = 4\overset{+}{H} + 4\overset{-}{Cl} + O_2.$$

Es findet alſo unter dem Einfluſſe des Lichtes eine Uebertragung der elektriſchen Ladungen in elektrolytiſch diſſoziierten Körpern ſtatt. — Auch die große Lichtempfindlichkeit der Gemiſche von Ferri- oder Merkuriſalzen mit Oxalſäure gehört hierher. Gemiſche konzentrierter Löſungen von Queckſilberchlorid und Oxalſäure geben belichtet Ausſcheidungen von Queckſilberchlorür, während die Oxalſäure zu Kohlenſäure oxydiert wird. Die Lichtempfindlichkeit der Ferrioxalate, welche in der Lichtpauſerei (ſ. Lichtpauſen) und im Platindruck (ſ. d.) eine ſo große Rolle ſpielt, zählt gleichfalls zu dieſer Art. — Das Licht beſchleunigt ferner in vielen Fällen die Oxydation von Fetten, Harzen, ätheriſchen Oelen, unedeln Metallen u. ſ. w.

Der Sauerſtoff wird bei Gegenwart gewiſſer fremder Subſtanzen „aktiv“, d. h. reaktionsfähiger und erhält ſtärker oxydierende Eigenſchaften. — Die geſteigerte oxydierende Wirkung des Sauerſtoffs unter dem Einfluß des Lichtes iſt in vielen Fällen nachweislich an die Gegenwart von Waſſer gebunden; z. B. geben Aether und Waſſer bei Gegenwart von Sauerſtoff reichlich Waſſerſtoffſuperoxyd, ja ſogar reines Waſſer, das mit etwas Schwefelſäure angeſäuert iſt, bildet bei Gegenwart von Luft im Sonnenlichte etwas Waſſerſtoffſuperoxyd (Richardſon). Es ſcheint alſo die Bildung von Waſſerſtoffſuperoxyd bei photochemiſchen

Oxydationsprozeſſen als primäre oder ſekundäre Sauerſtoffübertragung eine Rolle zu ſpielen, wie z. B. die Photooxydationen bei der Desinfektion offener Gewäſſer durch das im Lichte gebildete Waſſerſtofffuperoxyd.

Bemerkenswert iſt auch die Oxydation der Leukobaſen von Farbſtoffen (Groß, König) durch Belichtung: wird wäſſerige Rhodaminlöſung mit Eſſigſäure und Zinkſtaub zur farbloſen Leukobaſe reduziert, mit Aether ausgeſchüttelt, die ätheriſche Löſung mit Kollodium gemiſcht und auf Papier aufgetragen und dieſes nun elektriſchem Bogenlicht ausgeſetzt, ſo wird die farbloſe Leukobaſe raſch gerötet. Es wirkt komplementäres Licht. Es iſt bemerkenswert, daß bei der älteſten photochemiſchen Reaktion, die man in der Geſchichte kennt, nämlich bei der Entſtehung des Purpurfarbſtoffes aus dem gelblichen Safte der Purpurſchnecke, das Licht eine ähnliche Rolle ſpielt, indem die Bildung des Purpurfarbſtoffes durch Licht begünſtigt wird.

Der Aſphalt wird in dünnen Schichten durch Oxydation im Lichte ſo verändert, daß er ſeine Löslichkeit in Terpentinöl verliert (Verwendung in der Photozinkotypie und der Photolithographie, ſ. Aſphaltphotographie).

Holzſchliff bräunt ſich im Lichte; man kann ſo Photographien auf Holzſchliffdeckel oder ordinärem Schreibpapier herſtellen (braun auf hellem Grund); hierbei wirkt violettes und ultraviolettes Licht beſonders ſtark.

Eine 2prozentige Jodoform-Chloroformlöſung (Hardy & Willcockſche Löſung) ſcheidet bei Sauerſtoffzutritt Jod im Lichte aus; dieſelbe reagiert ganz analog gegen Licht-, Wärme-, Röntgen- und Becquerelſtrahlen. Dieſe Reaktion wird von Leopold Freund in Wien als chemiſches Maß für die Intenſität der Röntgenbeſtrahlung in der Röntgentherapie benutzt. Bei dieſem Prozeſſe bewirkt die Photooxydation Dunkelfärbung; viel häufiger aber als dieſe und die Reſtituierung von Farben (ſ. oben, Leukobaſen) ſind Ausbleichphänomene (bei lichtunechten Farbſtoffen, die zu ſogenannten Ausbleichbildern [Neuhauß, Szczepanik, Worel] photographiſch verwendet werden können). Photochromien auf Silberchlorid (Papierbilder) entſtehen nach dem Prinzip des Ausbleichverfahrens (Wiener), während Lippmanns Photochromie durch Interferenzerſcheinungen (Scheinfarben) zuſtande kommt; ſ. Photographie.

Gehen wir nun zum bekannten photographiſchen Prozeß über, und zwar zum photochemiſchen Schwärzungsprozeß des Chlorſilbers, wobei ſich Silberſubchlorid und im weiteren Verlaufe ſogar metalliſches Silber bildet. Derſelbe iſt eine photochemiſche Spaltung, wobei das Licht in dieſem Falle den Molekularkräften entgegenwirkt:

$$2\,AgCl \rightleftharpoons Ag_2Cl + Cl \quad \text{oder} \quad AgCl \longrightarrow Ag + Cl.$$

Chlorſilber — Silberſubchlorid

Wärme allein kann dieſen Prozeß nicht herbeiführen. Die Abſpaltung von Chlor aus Chlorſilber wird experimentell mit elektriſchem Bogenlicht durchgeführt und mittels Jodkaliumſtärkepapier nachgewieſen. In ein größeres Pulverglas wird feuchtes Chlorſilber hineingebracht und zwiſchen Stöpſel und Hals des Pulverglaſes ein in das Innere des Gefäßes tauchendes Jodkaliumſtärkepapier befeſtigt. Belichtet man mit elektriſchem Licht, ſo färbt ſich das Jodkaliumſtärkepapier in kurzer Zeit durch das frei werdende Chlor blau. Feuchtes Chlorſilber ſchwärzt ſich raſcher als trockenes, weil Waſſer als Senſibiliſator wirkt. Setzt man das Chlorſilber in geſchloſſenen Röhren dem Lichte aus, ſo wird ſich Chlor im Rohr anhäufen. Sobald ein gewiſſer Druck erreicht iſt, ſchreitet der Schwärzungsprozeß nicht weiter fort (Gleichgewichtszuſtand, der vom Druck des Chlors und der Intenſität des Lichtes abhängt). Würde man das frei werdende Chlor entfernen, ſo würde die Schwärzung im Lichte befördert werden. Schließt man Chlorſilber mit Chlorgas in Röhren ein, ſo vermag ſchwaches Licht beim Atmoſphärendruck nicht zu ſchwärzen, wohl aber Sonnenlicht, wenn auch ſchwach; hört die kräftige Belichtung auf, ſo wird das Chlorſilber wieder weiß.

Bromſilber iſt in verſchiedenen Modifikationen verſchieden empfindlich. Aeußerſt lichtempfindlich ſind Verbindungen des an und für ſich hochempfindlichen körnigen Bromſilbers mit Gelatine bei nachfolgender Hervorrufung. In der Bromſilbergelatine haben wir ein empfindliches Reagens auf Lichtenergie (0·02 S. M. K.). Es ſchwärzt ſich nicht ſo intenſiv im Lichte als Chlorſilber, aber es ergibt bei kurzer Belichtung ein ſogenanntes latentes Lichtbild; man ſagt, das Bromſilber wird „aktiv“ gegen Entwickler. Die Natur des durch Licht „aktiv“ gewordenen Bromſilbers oder des latenten Bromſilberbildes iſt ſchwer zu erforſchen, weil Bromſilber auf mannigfache Reize ganz ebenſo wie gegen Licht reagiert (Analogie mit Jodoform), z. B. auf ſtille elektriſche Entladungen, auf mechaniſchen Druck, auf Berührung mit Hölzern, Metallen (Photechie). Die Schwärzung durch Holz ſoll mit der Oxydation von Harz oder ätheriſchen Oelen und Okkluſion des hierbei entſtehenden Waſſerſtofffuperoxyds (Ruffell) zuſammenhängen, welch letzteres ſelbſt in Verdünnung von weit unter einem milliontel Prozent das Bromſilber gegen Entwickler aktiv macht, bezw. von Ozon herrühren, das ſich unter gewiſſen Umſtänden im Lichte bildet (Blaas & Czermak). Jedoch iſt es nicht ausgeſchloſſen, daß, wie andre Forſcher annehmen, eine Art von Strahlung vorliegt. Es gibt alſo viele Reize, auf welche die Bromſilbergelatine durch geſteigerte Reduzierbarkeit in ſogenannten photographiſchen Entwicklern (ſtarken Reduktionsmitteln) reagiert. Im normalen photographiſchen latenten Lichtbild nimmt man mit großer Wahrſcheinlichkeit die Entſtehung eines Subbromids des Silbers an, d. h. die chemiſche Veränderung des Bromſilbers durch Abſpaltung kleiner Mengen Brom. Ein einfaches Fundamentalexperiment ermöglicht den Nachweis, daß Bromſilber im latenten Lichtbilde eine chemiſche Veränderung erlitten hat. Während unverändertes Bromſilber glattweg von Fixiernatron (Natriumthioſulfat) gelöſt (fixiert) wird und kein entwicklungsfähiger Reſt zurückbleibt, widerſteht das latente Lichtbild dem Fixieren. Man kann bekanntlich eine Bromſilberplatte belichten, dann fixieren, wonach eine glasblanke Schicht ohne ſichtbare Bildſpur zurückbleibt, und dann mit Metol-Silbernitrat-Zitronenſäurelöſung entwickeln. Es iſt alſo die Bildſubſtanz, das latente Lichtbild, ein chemiſch verändertes Bromſilber. Wahrſcheinlich iſt es Silberſubbromid,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weil es der Einwirkung von Salpeterſäure viel beſſer als Silbermetall widerſteht, vielleicht aber auch eine feſte Löſung von Silber in Bromſilber. Bromſilber iſt hauptſächlich für blaue, violette und ultraviolette Strahlen empfindlich. Gewiſſe Farbſtoffe ſenſibiliſieren das Bromſilber für Rot, Gelb und Grün. Man faßt die Wirkung der Farbenſenſibiliſierung als optiſche Reſonanzerſcheinung auf, die ſich vom Lichte auf den abſorbierenden Farbſtoff und von dieſem auf das Bromſilber überträgt. Farbſtoffe, welche das Bromſilber vermöge ihrer ausgedehnten Lichtabſorption annähernd für das ganze ſichtbare Spektrum ſenſibiliſieren, benutzt man zur Herſtellung panchromatiſcher Platten, z. B. Iſocyanine (Aethylrot von Miethe, Pinachrom und Pinacyanol von König). Solche Platten haben für die orthochromatiſche Photographie und den Dreifarbendruck enorme Bedeutung erlangt.

Wir wollen nunmehr einige Schlußfolgerungen aus den gegenwärtig erforſchten Gebieten der Photochemie ziehen: Bei den photochemiſchen Prozeſſen gibt es ebenſo wie bei andern chemiſchen Vorgängen vollſtändige und unvollſtändige und umkehrbare Reaktionen, Iſomeriſation und Polymeriſation. Die Reaktionen folgen in der Regel den Geſetzen der chemiſchen Maſſenwirkung. Es vermag Licht jeder Strahlenart chemiſche Reaktionen zu beeinfluſſen, je nach der Beſchaffenheit des belichteten Körpers. Photochemiſche Prozeſſe können ebenſo wie andre chemiſche Reaktionen endotherm, unter Bindung von Wärme, oder exotherm, unter Freiwerden von Wärme, erfolgen. Die wichtigſte endotherme Lichtreaktion iſt der Aſſimilationsprozeß der Kohlenſäure der Luft durch die Pflanzen, wobei dieſelbe in Kohlenſtoff und Sauerſtoff geſpalten wird. Die ſtrahlende Energie des Sonnenlichtes wird dadurch in den Pflanzen bei ihrem Wachstum aufgeſpeichert und beim Verbrennen, z. B. des Holzes, als Wärme wieder abgegeben. Auch die Schwärzung des Chlorſilbers im Lichte iſt endotherm, d. h. die Lichtenergie leiſtet chemiſche Arbeit und ſpeichert gebundene Energie im geſchwärzten Chlorſilber an. Dagegen verläuft die Vereinigung des Chlorgaſes mit Waſſerſtoff im Lichte exotherm, indem 22000 Kalorien hierbei frei werden, was zu exploſionsartigen Erſcheinungen führt. Trotzdem man Lichtenergie zugeführt hat und ein Teil davon zur Durchführung des Prozeſſes verbraucht wurde, iſt der Energieinhalt der gebildeten Salzſäure ſchließlich kleiner als jener der einzelnen Beſtandteile zu Beginn des Prozeſſes. Häufig wirkt Licht bei chemiſchen Prozeſſen ähnlich wie Wärme, jedoch iſt in den meiſten Fällen der detaillierte Verlauf der Lichtreaktionen (der Mechanismus der Reaktion) anders als im Dunkeln. Die Reaktionsgeſchwindigkeit, die chemiſchen Gleichgewichte werden in der Regel beim Belichten verſchoben. Das Licht erzwingt in zahlreichen Fällen mit Leichtigkeit diverſe chemiſche Prozeſſe, welche ſich bei Lichtausſchluß nicht oder nur ſchwierig durchführen laſſen.

Die Photochemie, die Lehre von den chemiſchen Wirkungen des Lichtes, iſt nicht nur durch die Photographie und die photomechaniſchen Reproduktionsverfahren von hoher volkswirtſchaftlicher und kultureller Bedeutung geworden, ſondern durch die chemiſchen Wirkungen des Lichtes werden uns auch in der organiſchen Natur unerſchöpfliche Quellen der Energiezufuhr erſchloſſen, welche vom Weltenraume zur Erde gelangen.

Literatur: [1] Eder, Photochemie, 3. Aufl., Halle 1906. — [2] Eder-Valenta, Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyſe, Wien und Halle 1904. — [3] Vogel, H. W., Photographie farbiger Gegenſtände, Berlin 1885. — [4] Vogel-König, Handbuch der Photographie, Bd. 1, 5. Aufl, Berlin 1907. — [5] Eder, Die chemiſchen Wirkungen des farbigen Lichtes, Wien 1879. — [6] Namias, Theoretiſch-praktiſches Handbuch der photographiſchen Chemie, Bd. 1, Halle 1907. — [7] Schaum, Photochemie und Photographie, 1. Teil, Leipzig 1908. — [8] Lüppo-Cramer, Wiſſenſchaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Photographie, Halle 1902. — [9] Lüppo-Cramer, Photographiſche Probleme, Halle 1907. — [10] Luther, Die chemiſchen Vorgänge in der Photographie, Halle 1899. — [11] Valenta, Photographiſche Chemie, 1. und 2. Teil, Halle 1898/99. *J. M. Eder.*

Photochromie (Heliochromie, Photochromaſie, Photochromographie), die direkte Photographie in natürlichen Farben (ſ. d.), ferner ein photomechaniſches, von Orell Füßli & Co. in Zürich ausgearbeitetes Preſſendruckverfahren, das ſehr hübſche mehrfarbige Bilder, zumeiſt Landſchafts- und Städteanſichten, ergibt.

Dieſe auch Polychromie genannte Methode beſteht darin, daß eine den zur Verwendung kommenden Farben entſprechende Anzahl lithographiſcher Steine gekörnt, mit lichtempfindlichem Aſphalt (ſ. Aſphaltphotographie) überſchichtet und unter ein und demſelben photographiſchen Halbtonnegativ belichtet und mit Terpentinöl entwickelt werden. Durch Veränderung des Kopiergrades (indem kürzer oder länger exponiert wird), ferner durch zumeiſt ſehr ausgiebige Retuſche mit Kreide, Schaber u. ſ. w. ſchafft man die verſchiedenen Farbendruckteilplatten, die dann chromolithographiſch nacheinander auf das Papier gedruckt werden (ſ. Lithographie). Vgl. Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906. *A. W. Unger.*

Photochronograph, Vorrichtungen zur Erſetzung des Auges des Beobachters durch die photographiſche Platte bei Durchgangsbeobachtungen (vgl. Durchgangsinſtrumente, Zeitbeſtimmung [mit dem Paſſageninſtrument], Meridiankreis) und bei Polhöhenbeſtimmungen.

Inſtrumente dieſer Art ſind am Georgetown College Observatory in Amerika entſtanden (Bigelow, Fargis, Hagen). Uebrigens hat Faye ſchon 1849 auf die Anwendung der Photographie bei Beobachtungen im Meridian hingewieſen. Die Beſchreibungen und Anwendungen dieſer Apparate ſowie die damit erzielten Reſultate ſind enthalten in einer Anzahl von Publikationen des Georgetown College aus den Jahren 1891, 1892 und 1894. Obgleich an andern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Orten auch ähnliche Verfuche ausgeführt worden find, fcheint die Methode doch noch nicht genügend ausgebildet zu fein. Vielleicht läßt fich durch Einführung fehr empfindlicher Selenzellen noch mehr erreichen. — Es find auch die Referate von Knopf in der Zeitfchr. f. Inftrumentenkunde aus den Jahren 1893–1895 zu vergleichen.

Photoelektrifche Kette, ein durch Belichtung erzeugter elektrifcher Strom.

Die Erzeugung elektrifcher Ladungen durch Belichtung (vgl. Aktinoelektrizität) führt zur Erzeugung galvanifcher Ströme, wenn das Potentialgefäll in gefchloffenem Stromkreis unterhalten wird. Stoletow [1] bildet einen Kreis aus einer verfilberten Kupferplatte, der ein Netz aus Zink gegenüberfteht, und dem verbindenden Leitungsdraht. Zwifchen Netz und Kupferplatte bildet die dünne Luftfchicht einen durch Belichten fich bildenden Leiter. Das Licht fällt durch das pofitive Zinknetz auf die negative Kupferplatte. Die Stromftärke wächft mit der Temperatur und mit der Zahl folcher zu einer Kette verbundener Elemente. Ueber die Theorie vgl. a. [2].

Literatur: [1] Compt. rend. 1888, 106, S. 1593; 107, S. 91; Journ. de physique 1890, 9, S. 468. — [2] Luggin, H., Ueber photoelektr. Erfcheinungen, Zeitfchr. für phyfikal. Chemie 1897, 23, S. 577—635.

A. Schmidt.

Photogalvanographie (Photogalvanotypie, Naturgravierung, Heliographie, Dallastypie), 1854 von Pretfch in Wien angegebenes photomechanifches Verfahren zur Herftellung von Druckplatten.

Pretfch übte das Verfahren fo aus, daß er Glas- oder Kupferplatten mit einem Gemenge von Gelatine, Kaliumbichromat und Jodfilber überzog, trocknete und dann unter einem photographifchen Negativ (in diefem Falle war die Erzeugung einer Tiefdruckplatte für die Kupferdruckpreffe [f. d.] geplant, Photogalvanographie) oder einem Diapofitiv (man erhielt dann ein Klifchee für die Buchdruckpreffe, Photogalvanotypie) belichtete. In warmen Bädern, denen geringe Mengen von Borax zugefetzt wurden, erfolgte die Entwicklung eines mehr oder minder ausgebildeten Reliefs, das mit Alkohol gehärtet und, mit Kopallack überftrichen, heiß getrocknet wurde. Mit Graphit leitend gemacht, gelangte es fchließlich zur Herftellung der Druckform ins galvanifche Bad (f. Elektrotypie). Dallas in London verwendete dasfelbe Verfahren, nannte es aber Dallastypie. Die Methode, die durch lange Zeit hindurch an einigen Orten praktifch geübt wurde und fehr fchöne, durch ein eigenartiges feines Korn charakterifierte Reproduktionen lieferte, ift heute faft vollkommen durch die Heliogravüre verdrängt worden. Nur in der Kartographie (f. Kartendruck) hat fich ein ähnliches Verfahren bis heute als das befte bewährt; allerdings handelt es fich hier nicht um die Wiedergabe von Halbton-, fondern um die von Strichbildern (vgl. Klifchee).

Literatur: Husnik, J., Die Heliographie, 2. Aufl., Wien 1888; Volkmer, O., Die Photogalvanographie, Halle a. S. 1894; Unger, A. W., Die Herftellung von Büchern, Illuftrationen u. f. w., Halle a. S. 1906.

A. W. Unger.

Photogen, f. Mineralöle.

Photoglyphie, f. Heliogravüre.

Photogrammetrie, geodätifche, die Anwendung der Photographie (f. d.) zu topographifchen und tachymetrifchen Aufnahmen. Nach diefer Anwendung kann fie mit Phototopographie und Phototachymetrie bezeichnet werden; f. a. Topographie und Tachymetrie.

1. **Die Grundbegriffe des Verfahrens.** Das ältere Verfahren der Photogrammetrie gründet fich auf dem Vorwärtseinfchneiden (f. Triangulierung). Wenn auf mindeftens zwei Punkten, deren Lage bekannt ift, die durch Horizontal- und Höhenwinkel orientierten Richtungslinien nach einem Punktorte gemeffen find, fo kann diefer beftimmt werden. Dabei ift eine doppelte Ableitung der Höhe möglich. — Die Grundbegriffe des Verfahrens find folgende. Es foll vorausgefetzt werden, daß die Meßzwecken dienende Photographie ein perfpektivifches Bild des aufgenommenen Gegenftandes ift. In Fig. 1 find O_1 und O_2 die beiden auf der optifchen Achfe liegenden Hauptpunkte des photographifchen Objektivs. Ein in das Objektiv eintretender und auf den erften Hauptpunkt O_1 gerichteter Lichtftrahl fetzt feinen Weg nach außen in paralleler Richtung fort. Die Rückwärtsverlängerung des austretenden Strahls trifft den zweiten Hauptpunkt O_2. Die horizontal geftellte optifche Achfe des Objektivs fteht zu der entfprechend gerichteten Bildplatte im Bildhauptpunkte o normal; $h\,h$ ift die Bildhorizontale, und $v\,v$ ift die Hauptvertikale des Bildes. $P\,O_1\,O_2\,p$ fei ein Strahl mit den obengenannten Eigenfchaften, der von dem Meffungspunkte P kommt und die Bildplatte im Punkte p trifft. Der Strahl bildet mit der optifchen Achfe den Richtungswinkel r und den Höhenwinkel α. Werden mit Bezug auf $h\,h$ als Abfziffenachfe die Bildkoordinaten $q\,p$ und $o\,q$ mit y und x bezeichnet, fo ift $\operatorname{tg} r = x : d$; $\operatorname{tg} \alpha = y \cos r : d = y \sin r : x$, worin d die Bildweite bedeutet. Hiernach laffen fich die Winkel r und α berechnen, wenn die Bildweite d bekannt ift, und wenn die Bildkoordinaten y und x in einem Bilde gemeffen werden, das bei horizontaler Objektivachfe und richtig geftellter, vertikaler Bildplatte aufgenommen ift. Wird der Punkt P nun von zwei bekannten Punkten aus aufgenommen, fo kann feine Lage zu diefen Punkten berechnet werden, fobald die Richtungen, welche die optifche Achfe während der Aufnahmen einnimmt, geodätifch orientiert werden. Wegen der Bildumkehrung im Negativ B, Fig. 1, find die Quadrantenfolge

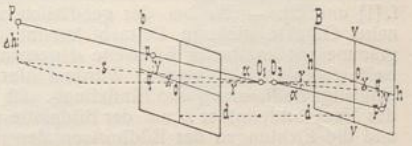


Fig. 1.

sowie die Vorzeichen der Bildkoordinaten umgekehrt der wirklichen Folge und den wirklichen Vorzeichen. Bei der Verwendung eines Positivs sind die Quadrantenfolge und die Vorzeichen der Bildkoordinaten dagegen der Anschauung der Wirklichkeit entsprechend. Dies zeigt Fig. 1, worin b ein Positiv bedeutet, das im Abstande d vom ersten Hauptpunkte O_1 aufgestellt ist. Ein Vorteil der photographischen Aufnahme auf der Bildplatte ist, daß nicht nur die Richtungs- und Höhenwinkel eines einzigen Strahles, sondern die sämtlicher Strahlen nach allen Bildpunkten bestimmt werden können. Nach geodätischer Orientierung der optischen Achse ist das gesamte auf den zweiten Hauptpunkt bezogene Strahlenbüschel nach allen Bildpunkten orientiert. Liegen zwei Abbildungen vor, die unter den oben angegebenen Bedingungen aufgenommen sind, so können daher alle auf den Bildern erkennbaren Punkte berechnet werden. An Stelle der Rechnung kann auch die Konstruktion treten. Sie führt im allgemeinen schneller zum Ziele und entspricht auch der Genauigkeit der photographischen Abbildung. In Fig. 2 sei b die Projektion des Positivs und B die des Negativs auf die Horizontalebene der optischen Achse. Beide Projektionen sind rechtwinklig zu dieser Achse gestellt und haben von den Objektivhauptpunkten O_1 bezw. O_2 den Abstand d. Durch Auftragen der x erhält man unmittelbar die auf die Objektivachse bezogenen Richtungswinkel r. Ist ferner die Richtung der Objektivachse gegen die Richtung nach einem bekannten Punkte durch den Winkel φ festgelegt, so sind dadurch auch alle andern Richtungen bestimmt. Die Konstruktion wird auf einem Plane in einem verjüngten Maßstabe ausgeführt. Erfolgt die Konstruktion auf mindestens zwei Punkten, z. B. 1 und 2, deren Lage im Plane (Fig 3) gegeben ist, so bestimmen die Schnitte der zueinander gehörenden Strahlen die Punkte 3, 4 . . . — Bei der trigonometrischen Rechnung würden in den Dreiecken 1. 3. 2, 1. 4. 2, ... mit der Seite a und den drei Winkeln der Dreiecke die Koordinaten der Punkte 3, 4, . . ., bezogen auf a als Abszissenachse oder in einem andern Koordinatensystem zu bestimmen sein. Die Winkel lassen sich aus φ und r leicht berechnen.

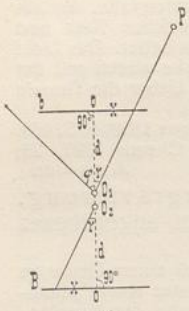


Fig. 2.

Die Höhenunterschiede Δh gegen die horizontal gerichtete optische Achse ergeben sich trigonometrisch nach $\Delta h = s \operatorname{tg} \alpha = s\, y \cos r : d = s\, y \sin r : x$. Die Bestimmung kann rechnerisch, dabei auch mit Benutzung des Rechenschiebers oder graphisch nach Fig. 4 ausgeführt werden. Sind die Höhen der optischen Achse aus den Standpunkthöhen H_1 und H_2 und den Instrumenthöhen i_1 und i_2 bekannt, so ist z. B. $H_3 = H_1 + i_1 + \Delta h_{1.3} = H_2 + i_2 + \Delta h_{2.3}$. Auf diese

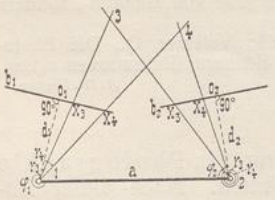


Fig. 3.

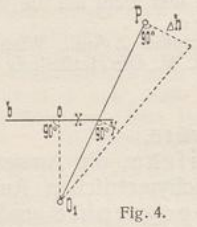


Fig. 4.

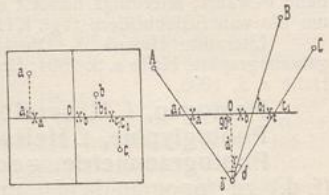


Fig. 5.

Weise können sämtliche Punktorte und deren Höhen berechnet oder konstruiert werden, wenn a) bei der Aufnahme die optische Achse horizontal und die Bildplatte normal zu ihr gerichtet werden, und wenn bekannt sind b) die Bildweite d, c) der Bildhauptpunkt o und die durch ihn bestimmte Bildhorizontale $h\,h$ und Hauptvertikale $v\,v$ und d) der orientierte Richtungswinkel von mindestens einem Punkte.

War bei der Aufnahme die Bildplatte geneigt, so ist ihr Neigungswinkel ν zu berücksichtigen, der gleich ist dem Neigungswinkel der optischen Achse. Dann ist $\operatorname{tg} r = x : (d \cos \nu - y \sin \nu)$ und $\operatorname{tg} \alpha = \cos r\,(d \sin \nu + y \cos \nu) : (d \cos \nu - y \sin \nu)$. Für logarithmische Rechnung bequemer kann bei Einführung von zwei Hilfsgrößen M und m gesetzt werden $\operatorname{tg} M = y : d$; $m = d : \cos M = y : \sin M$ und $\operatorname{tg} r = x : m \cos (\nu + M) = x \cos M : d \cos (\nu + M)$; $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} (\nu + M) \cos r$. Für den Höhenunterschied gegen den ersten Objektivhauptpunkt O_1 gilt wieder $\Delta h = s \operatorname{tg} \alpha$. Weiteres hierüber s. [1] und [2]. — Da bei der geodätischen Anwendung der Photographie die Abbildung sehr naher Objekte nicht in Betracht kommt, können bei entsprechender Abblendung alle Photogramme mit konstanter Bildweite d genommen werden, so daß d praktisch gleich der Brennweite f des Objektivs wird. Würde d hinreichend genau konstant bleiben, so genügten je eine einmalige Bestimmung und Einstellung. Ist dies aber nicht der Fall, und wird auch die Lage des Hauptbildpunktes o auf der Bildplatte geändert, so müssen die Bildweite, der Hauptbildpunkt und die Richtungen der Bildhorizontalen und der Hauptvertikalen aus den Bildern geodätisch bekannter Punkte bestimmt werden.

2. **Bestimmung von Bildweite und Bildhauptpunkt** aus Bildern, die bei senkrecht stehender Platte aufgenommen sind.

a) Zur Bestimmung der Bildweite und der Richtung der optischen Achse muß die Lage des Standpunktes und mehrerer im Gelände scharf bezeichneten Punkte, wie Kirchtürme, Schornsteine, trigonometrische Signale, $A\,B\,C$, Fig. 5, bekannt sein. Als Lage des Standpunktes gilt die des ersten Objektivhauptpunktes. Auf dem Standpunkte sind die Horizontalrichtungen und die Vertikalwinkel nach den Geländepunkten zu messen. Es kann von einem genähert richtigen Bildhauptpunkte o, Fig. 5, ausgegangen werden. Für die Berechnung des Orientierungswinkels r und der Bildweite d gelten dann die Beziehungen

$\operatorname{tg}(\gamma - r) = x_a : d$; $\operatorname{tg} r = x_b : d$; $\operatorname{tg}(\delta + r) = x_c : d$. Zwei Gleichungen genügen, wenn o hinreichend genau gegeben ist. Ohne eine Annahme über $v\,v$ kann verfahren werden wie beim Rückwärtseinschneiden [4], indem aus den Abständen $a_1\,b_1$ und $b_1\,c_1$ sowie den Winkeln γ und δ die gesuchten Stücke r und d berechnet werden. Endlich führt auch ein graphisches Verfahren zum Ziel. Die Punktreihe $a_1\,b_1\,c_1$ wird auf Pauspapier übertragen und in die Strahlen $A\,B\,C$ eingepaßt. Weiteres über die verschiedenen Verfahren und ihre Genauigkeit s. [1] und [2].

b) Bestimmung der Bildhorizontalen. Aus den unter 1. angegebenen Gleichungen für die Höhenwinkel und die Höhenunterschiede folgen die Gleichungen für die Bildordinate $y = d \operatorname{tg} \alpha : \cos r = d\,\Delta h : s \cos r = x \operatorname{tg} \alpha : \sin r = \Delta h\,x : s \sin r$. Werden die Bildordinaten für mindestens zwei bekannte Punkte berechnet und eingetragen, so kann die Bildhorizontale $h\,h$ konstruiert oder ihrer Lage nach geprüft werden. S. hierzu [1] und [2].

3. **Das Photogrammeter** Die geodätische Orientierung der optischen Achse kann ganz unabhängig von der Photographie durch trigonometrische Messungen ausgeführt werden Es ist

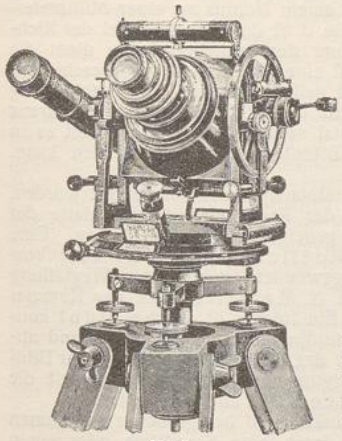


Fig. 7.

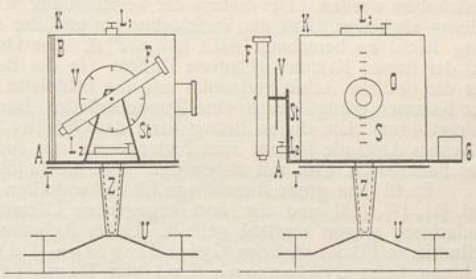


Fig. 6.

aber bequemer, die Orientierung und die Bildaufnahme mit demselben Instrumente vorzunehmen. Durch Verbindung der Kammer mit dem Meßinstrument entsteht das Photogrammmeter. Man findet es in der Anordnung als Phototheodolit, Phototachymeter und photogrammetrischer Meßtisch

Fig. 6 zeigt das Schema eines Phototheodolits mit wagerechter Objektivachse und lotrechter Bildebene. Der Theodolitunterbau U trägt den Horizontalkreis T und auf der Vertikalachse Z die Alhidade A mit den Stützen St des exzentrischen Fernrohrs F und dem Vertikalkreis V (s. Theodolit). G ist ein Gegengewicht. Die Kammer K ruht fest und zentrisch auf der Vertikalachse. Die Bildplatte B steht hinter einem Rahmen, dessen Ränder das Bild begrenzen. Die Fassung des Objektivs O läßt in der Regel eine Verschiebung in lotrechtem Sinne zu, deren Betrag an einer Skala S abgelesen werden kann. Die Vertikalebenen der Kammerobjektivachse und der Fernrohrabsehlinie sind parallel gerichtet. Zur Einstellung der Vertikalachse, der Objektivachse und der Bildplatte dienen die Libellen L_1 und L_2. — Die Einrichtung eines kleinen Theodolits genügt für das Instrument. Der wichtigste Teil ist das photographische Objektiv, an dessen Güte hohe Anforderungen gestellt werden müssen. Der Bezug von Firmen guten Rufs ist zu empfehlen. Für größere Apparate werden Objektive mit 150—200 mm und mehr Brennweite gewählt, die auf Bildplatten von 12 zu 16—18 zu 24 cm Größe winkeltreue Bilder liefern. Bei Reiseaufnahmen verwendet man Apparate mit Objektiven von 50—100 mm Brennweite und Bildplatten in der Größe von etwa 9 zu 12 cm. Solche Instrumente können wesentlich einfacher konstruiert sein und an Stelle des Horizontalkreises mit einer Bussole zur Orientierung der Aufnahme ausgerüstet werden (Fig. 8). Als Bildtafeln zu tachymetrischen und topographischen Aufnahmen dienen gute, ebene Glasplatten, während für flüchtige Reiseaufnahmen Films genügen. Zur Erzielung einer konstanten Bildweite wird das Plattenlager mit Kontaktpunkten versehen, gegen welche die Platte sanft angedrückt wird. Der Rahmen trägt in der Mitte seiner Ränder Marken, häufig an den Rändern auch eine Zentimeterteilung. Die Marken und die Teilung werden bei der Aufnahme mit abgebildet. Die Verbindungslinien der entsprechend liegenden Marken geben die Bildhorizontale $h\,h$ und die Hauptvertikale $v\,v$ an (Fig. 5). Näheres über die verschiedenen Einrichtungen s. [1], [2] und [5]—[7].

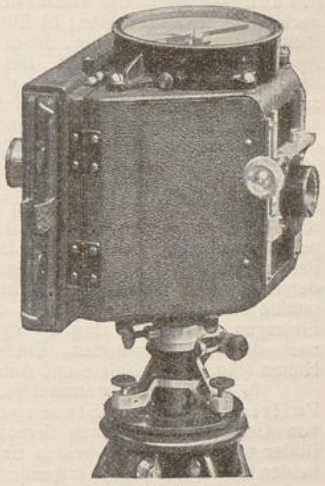


Fig. 8.

In Fig. 7 ist Koppes Phototheodolit, konstruiert von Günther und Tegetmayer in Braunschweig, dargestellt. Die Kammer lagert wie das Fernrohr eines gewöhnlichen Theodolits in einer Horizontalachse. Es ist daher möglich, Neigungen der Bildplatte am Höhenkreis zu ermitteln. Die Ableitung des Richtungswinkels r und des Höhenwinkels α aus den Platten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

koordinaten y und x (f. 1.) kann durch unmittelbare Meſſung erſetzt werden. Dazu wird ein Kammermeßfernrohr benutzt, das mit dem Höhenkreis verbunden und in die Lager des Photo-theodolits gelegt werden kann, nachdem die Horizontalachſe entfernt worden iſt. Geeignete Vorrichtungen geſtatten, die Kammer vor dem Meßfernrohr in derſelben Neigung anzubringen, in der die Aufnahme ausgeführt wurde. Nach Einſtellung der Abſehlinie des Meßfernrohrs auf die einzelnen Bildpunkte können die Richtungen am Horizontalkreis und die Höhenwinkel am Höhenkreis abgeleſen werden. Die Photographie dient bei dieſer Anordnung alſo gewiſſermaßen zur Verlegung der Winkelmeſſung vom Felde in das Zimmer. Weiteres hierüber f. [6] und [7].

Fig. 8 iſt die Anſicht eines nach dem Prinzip von Finſterwalder von Sedlbauer in München konſtruierten Photogrammeters, das für Aufnahmen in ſchwer zugänglichen Geländen und auch auf Reiſen beſtimmt iſt. Das Fernrohr wird durch das photographiſche Objektiv, einen Zeißſchen Protar, und ein an der Rückſeite der Kammer angebrachtes weitwinkliges Okular gebildet. Das Fadenkreuz iſt durch Verbindung der Rahmenmittelmarken mit feinen Drahtfäden hergeſtellt. Das Objektiv kann auf einem Jalouſieſchieber um 45 mm parallel der Bildplatte verſchoben werden. Der Betrag der Verſchiebung wird mit einem Nonius an einer Millimeter-teilung abgeleſen. Aus der Verſchiebung c und der Bildweite d iſt der Höhenwinkel der Richtung leicht zu berechnen nach $\operatorname{tg} \alpha = c : d$. Zur Orientierung der optiſchen Achſe dient die auf der ſtarren Kammer gelagerte Buſſole. In der Buſſole iſt eine Doſenlibelle angebracht, mit der die optiſche Achſe horizontal und die Bildplatte vertikal geſtellt werden. Die Beſchickung der Kammer erfolgt durch eine Doppelkaſſette. Der Abſtand der Bildplatte vom Fadenkreuz beträgt 4 mm. Um dieſen Betrag kann das Objektiv horizontal verſchoben werden, damit es in gleichem Abſtande ſowohl zum Fadenkreuze als auch zur Bildplatte eingeſtellt werden kann. Das Fadenkreuz wird mit abgebildet. Vgl. hierzu [5].

Es iſt eine große Anzahl von Phototheodoliten und Phototachymetern konſtruiert worden. Vgl. [1], [4], [18] und die dort angegebene Literatur. In der Regel wird die Bildplatte der Einfachheit wegen vertikal geſtellt. Ueber Aufnahme mit geneigter Bildplatte ſ. oben. Eine zylindriſche Fläche iſt beim Cylindrograph (ſ. d.) von Moëffard [2], eine drehende Vorrichtung beim Cyklograph (ſ. d.) von Damoiſeau angewendet. Wird unter Weglaſſung der Theodoliteinrichtung eine Meßtiſchplatte mit Kippregel (ſ. Meßtiſch) auf der Kammer angebracht, ſo entſteht der photogrammetriſche Meßtiſch. Ein ſolcher iſt durch v. Hübl konſtruiert [2]. — Wegen Beſtimmung von Bildweite und Bildhauptpunkt nach gegebenen und abgebildeten Punkten ſ. 2. Ueber weitergehende Prüfung, z. B. der ſenkrechten Stellung der Bildplatten, ſ. [1] und [2]. Bezüglich der Prüfung und Berichtigung der Inſtrumente, ſoweit die photographiſche Einrichtung nicht in Betracht kommt, ſ. Theodolit und Meßtiſch.

4. **Die Feldaufnahme.** Das Syſtem der gegebenen Punkte wird bei größeren Aufnahmen durch Triangulierung (ſ. d.), bei kleinen Aufnahmen durch eine Standlinie oder einen Polygonzug (ſ. Polygoniſierung) erhalten, der am beſten tachymetriſch gemeſſen wird (ſ. Tachymetrie). Der Verlauf der Feldarbeit iſt: a) Meſſung der Horizontal- und Vertikalwinkel nach den Anſchlußpunkten; b) Einſtellen der Kammer in die geeignete Bildſtellung, Ableſen der Richtung; c) Photographie, dabei Beachtung der erforderlichen Proben für die Stellung des Apparats. Näheres ſ. [1], [2]. Bei der Auswahl der Standpunkte im Gelände iſt zu beachten, daß die Richtungsſchnitte eine günſtige Punktbeſtimmung abgeben und daß identiſche Punkte auf den Platten zuverläſſig aufgefunden werden können. Praktiſche Winke hierzu in [1], [2], [5].

5. **Die Ausarbeitung** nimmt folgenden Gang: a) Aufſuchen, Bezeichnen und Numerieren der gegebenen und der zur Geländedarſtellung erforderlichen, auf mindeſtens zwei Platten als identiſch erkannten Punktbilder. Ermittlung der Bildkoordinaten im Anſchluß an die mitabgebildete Randteilung. Hierzu dienen feingeteilte Maßſtäbe oder Glastafeln mit Millimeter-quadraten. Von der Verwendung beſonderer mikrometriſcher Vorrichtungen wird in der Regel abgeſehen. Am genaueſten erhält man die Bildkoordinaten aus dem Negativ oder einem Diapoſitiv; für viele Zwecke iſt die Benutzung einer Kopie bequemer und ausreichend, wobei die Papierverzerrung nach der mitabgebildeten Rahmenteilung berückſichtigt werden kann. Wegen der Ausmeſſung beim Koppeſchen Apparat ſ. [6] und [7]. b) Auftragen der gegebenen Standpunkte und Richtungen im Plan. c) Beſtimmung der Bildweiten und des Bildhauptpunktes (ſ. 2.), Eintragen in den Plan (Fig. 3). d) Eintragen der Bildabſziſſen x, Ausziehen der Richtungslinien nach den Geländepunkten, Einzeichnen der Punkte. e) Berechnung oder Konſtruktion der Höhen (Fig. 4). Beiſpiele mit Anleitung geben [1] und [2]; über Konſtruktionshilfsmittel ſ. [3].

6. **Stereophotogrammetrie, -komparator, -photogrammeter.** Die in jüngſter Zeit von Pulfrich begründete Stereophotogrammetrie iſt die Beſtimmung der Lage und Höhe von Geländepunkten nach ſtereoſkopiſchen Bildern. Zwei zuſammengehörige ſtereoſkopiſche Bilder werden von den beiden Endpunkten einer meßbaren Grundlinie aufgenommen. Da die beiden Bilder bei ihrer Verwendung zu Meſſungszwecken in eine Ebene gelegt werden, müſſen auch die Bildplatten während der Aufnahme in einer Ebene ſtehen. Am einfachſten iſt das Verfahren bei vertikaler Stellung der Bildplatten, von der hier ausgegangen werden ſoll. Wenn ein ſtereoſkopiſches Bildpaar in einer Ebene derart ausgebreitet wird, daß die Hauptvertikalen beider Bilder unter ſich parallel ſind und daß gleiche Bildpunkte in gleicher Höhe liegen, ſo zeigen ſich verſchiedene Abſtände unter je zwei zuſammengehörigen Punkten. Der Abſtand von unendlich fern liegenden Punkten iſt dem der beiden Hauptvertikalen gleich. Die Abſtände andrer Punkte nehmen mit der Entfernung von der Grundlinie ab. Der Unterſchied e eines Abſtandes von dem der Hauptvertikalen iſt ein Maßſtab für die ſtereoſkopiſche Parallaxe. Er kann ermittelt werden nach den Bildabſziſſen x und x' eines Punktes (Fig. 9), $e = x - x'$. Mißt man außer den Abſziſſen in einem Bilde, z. B. dem linken, noch die Ordinate y des Punktes, ſo iſt ſeine Lage im Raum beſtimmt. Wird ein Koordinatenſyſtem mit der optiſchen Achſe des Kammerobjektivs über dem linken Baſispunkte als Abſziſſenachſe angenommen, ſo iſt (Fig. 9)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$S = d\,a : e$; $X = x\,a : e$ und $\Delta h = S\,y : d = y\,a : e$. — Die Anwendung des beſchriebenen Verfahrens würde dem älteren gegenüber aber keine Vorteile bringen, wenn die Ausmeſſung der Bilder mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln erfolgen müßte. Beſondere Vorteile ergeben ſich erſt durch die Benutzung des Zeißſchen Stereokomparators. Die Konſtruktion dieſes von Pulfrich durchgebildeten Inſtruments gründet ſich auf dem Prinzip des ſtereoſkopiſchen Entfernungsmeſſers (ſ. Diſtanzmeſſer). Die beiden ſtereoſkopiſchen Bilder b und b' (ſchematiſche Fig. 10) ruhen auf einem ſchräg oder wagerecht geſtellten Rahmen, der mit der Schraube H in der Längsrichtung und mit der Schraube V in der Querrichtung auf Schlitten bewegt werden kann. Die Größe der Verſchiebungen wird an den Maßſtäben h und v ermittelt. Es iſt ferner möglich, beide Bilder etwas zu drehen und das rechte Bild für ſich durch die Schrauben U, W in den angegebenen Richtungen zu verſtellen. Zur Ermittlung der Längsverſchiebung dient der Maßſtab u. Die Bilder werden durch ein binokulares, von einem Träger gehaltenes Stereomikroſkop betrachtet, wobei ſie als ein einziges, räumlich gegliedertes Bild erſcheinen. Hierin liegt ein weſentlicher Vorteil, weil die ſchwierige Identifizierung von Punkten auf zwei Bildern nicht erforderlich iſt. Der Abſtand der Objektive iſt bedeutend größer als der Abſtand der Okulare. Durch ein Prismenſyſtem werden die Abſehlinien gebrochen; auch wird die durch die Objektive hervorgerufene Bildumkehrung wieder aufgehoben. In den Bildebenen der beiden Mikroſkope befinden ſich Glasplatten mit kurzen vertikalen Strichmarken, die beim Gebrauch des Stereoſkops als ein einziger im Raum ſchwebender Strich erſcheinen. Die Schraube M geſtattet eine geringe, hier nicht in Betracht kommende, für feine Entfernungsmeſſungen beſtimmte ſeitliche Verſchiebung der rechts liegenden Markenplatte. Bei einer Verſchiebung ſcheint die Marke ihre Stellung der Tiefe nach zu verändern. Die Okulare können der günſtigſten Sehweite und dem Augenabſtande des Beobachters entſprechend geſtellt werden. Zur Gewinnung eines ſcharfen Bildes läßt ſich das ganze Mikroſkop normal zu der Plattenebene verſchieben. Spiegel oder elektriſche Lampen beleuchten die Bilder. Mit dem Komparator werden die Bildkoordinaten und die ſtereoſkopiſche Parallaxe gemeſſen. Zunächſt wird der Hauptpunkt o des linken Bildes b mit den Schrauben H und V und durch Drehung des Bildes auf die Marke des linken Mikroſkops derart eingeſtellt, daß die Bildhorizontale wagerecht liegt. Danach wird auch das rechte Bild mit den Schrauben U und W und durch Drehung ſo geſtellt, daß die rechte Marke auf o' ſteht und die Bildhorizontale wagerecht iſt. Dann entſpricht die Markenſtellung einer unendlichen Entfernung. Sind die beiden Aufnahmen nicht in der gleichen Höhe ausgeführt, ſo muß das rechte Bild mit der Schraube W noch in der Richtung der Hauptvertikalen verſchoben werden, bis die auszumeſſenden gleichen Punkte der beiden Bilder in gleichen Höhen liegen. Die Ableſungen an den Maßſtäben h, v und u geben nunmehr die Ausgangsſtellung des Komparators an. Ein zu meſſender Punkt des linken Bildes wird hiernach mit den Schrauben H und V unter die Marke des linken Mikroſkops gebracht, worauf die Abſziſſe x am Maßſtab h und die Ordinate y am Maßſtab v mit Hilfe von Nonien und unter Berückſichtigung der Ausgangsſtellung ermittelt werden. Nachdem der gleiche Punkt des rechten Bildes mit der Schraube U auf die rechte Marke eingeſtellt iſt, wird die ſtereoſkopiſche Parallaxe e am Maßſtab u ebenfalls mit einem Nonius beſtimmt. Bei den Ableſungen von x und y laſſen ſich 0,05 mm und bei der Ableſung von e 0,01 mm ſchätzen. — Zur Aufnahme von ſtereoſkopiſchen Bildern eignet ſich jede Kammer mit Anlegerahmen, wenn die Möglichkeit beſteht, die Bildplatten auf den beiden Baſispunkten in die gleiche Ebene zu ſtellen. Die Einſtellung in die Vertikalebene mit Hilfe von Libellen iſt leicht und genügend genau ausführbar. Schwieriger iſt es, eine Verſchwenkung der Platten gegeneinander zu vermeiden. Von Zeiß wurde ein Stereophotogrammeter konſtruiert, deſſen Platte unter Anwendung eines entſprechend gelagerten Fernrohrs eingeſtellt werden kann. Die Einſtellgenauigkeit wird zu 10″ angegeben. Mit einer diſtanzmeſſenden Schraube (ſ. Diſtanzmeſſer) am Photogrammeter erfolgt die Baſismeſſung nach einer horizontal gerichteten, mit Marken verſehenen Röhrenmeßlatte. Die Genauigkeit der Baſismeſſung ſoll für kartographiſche Zwecke 1 : 1000 betragen. Sind im Aufnahmegebiete trigonometriſche Punkte vorhanden, deren Lage zu einem Baſispunkt bekannt iſt, ſo kann feſtgeſtellt werden, ob die Platten bei der Aufnahme etwas gegeneinander verſchwenkt waren. Eine Verbeſſerung für e ergibt ſich dann nach $\Delta = -e^2 (S' - S) : d\,a$. Darin iſt S' der aus der Lage der trigonometriſchen Punkte berechnete und S der aus der Aufnahme ermittelte Abſtand (Fig. 9). — Weiteres über Apparate und Verfahren ſ. [8]—[12].

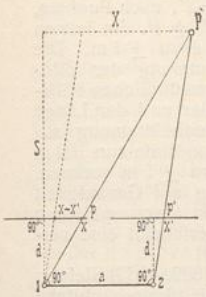


Fig. 9.

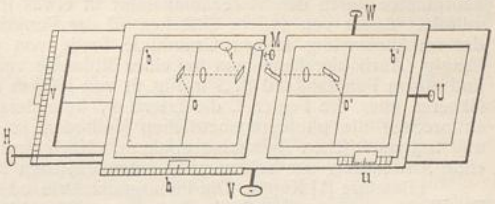


Fig. 10.

7. **Anwendung und Genauigkeit.** Die Photogrammetrie bildet eine bedeutſame Ergänzung der übrigen topographiſchen und tachymetriſchen Meßmethoden (ſ. Topographie, Tachymetrie und Meßtiſch). Sie iſt beſonders geeignet für die Aufnahme unzugänglicher Felspartien, Runſen und Gletſcher, bei den Vorarbeiten für Gebirgsbahnen, für generelle Aufnahmen auf Reiſen (ſ. Routenaufnahme) und für Küſtenvermeſſungen vom Fahrzeug aus. Auch Ballonaufnahmen kommen in Betracht [16]. Die Photogrammetrie wird, wie ſich beſonders bei den öſterreichiſchen, italieniſchen und franzöſiſchen Arbeiten gezeigt hat, einen weſentlichen Fortſchritt der Hochgebirgskartographie bedingen. Ueber die Anwendung der Stereophoto-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

grammetrie f. [8]—[17]. — Bei dem älteren photogrammetrischen Verfahren kann die Genauigkeit in der Bestimmung der Bildkoordinaten über die Genauigkeit der Entnahme aus einer exakten Zeichnung nicht hinausgehen, findet also in diesem Umstande ihre Grenze. Nach [1] und [5] ist bei Bildweiten von 150—200 mm und Messung im Negativ oder Diapositiv der mittlere Fehler der Horizontal- und Vertikalrichtungen nach scharf bezeichneten Punkten ± 1—2′, nach Punkten, die in den Bildern aufgesucht und mit dem Identifizierungsfehler behaftet sind, ± 3′. Im letzten Falle beträgt der Punktfehler nach Lage und Höhe bei 1000 m Entfernung etwa ± 1 m. Die Stereophotogrammetrie erfordert eine Punktidentifizierung nicht; die Bestimmung der Bildkoordinaten durch den Stereokomparator ist etwas schärfer als die mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln. Außer von andern Ursachen ist der Punktfehler aber von dem Fehler und der Länge der verhältnismäßig kurzen Grundlinie sowie von dem Fehler der Parallaxenbestimmung abhängig. Auch hier kann man bei einer Bildweite von 150—200 mm, einer Grundlinie von 100 m und einem Punktabstand (s. *S* in Fig. 9) von 1000 m mit einem Fehler von etwa ± 1 m rechnen. Näheres über die Fehler s. die Literatur, besonders [11] und [17]. In bezug auf Genauigkeit entsprechen die photogrammetrischen Methoden im allgemeinen den übrigen topographischen und tachymetrischen Aufnahmeverfahren. Nach den bisherigen Erfahrungen erscheint eine vereinte Anwendung der beiden photogrammetrischen Methoden zweckmäßig [11].

Literatur: [1] Koppe, Die Photogrammetrie oder Bildmeßkunst, Weimar 1889. — [2] Steiner, Die Photographie im Dienste des Ingenieurs, Wien 1891—93. — [3] Schiffner, Die photographische Meßkunst oder Photogrammetrie u. s. w., Halle a. S. 1892. — [4] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2, 6. Aufl., bearbeitet von Reinhertz, Stuttgart 1904. — In [1]—[4] Literaturangaben, auch in Hinsicht auf Geschichte. — [5] Finsterwalder, Zur photogrammetrischen Praxis, Zeitschr. für Vermess. 1896, S. 225. — [6] Koppe, Photogrammetrie und internat. Wolkenmessung, Braunschweig 1896. — [7] Kahle, Die neuen Phototheodoliten von Koppe, Zeitschr. f. Instr. 1897, S. 33. — [8] Pulfrich, Ueber neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereokomparator, ebend. 1902, S. 65. — [9] v. Hübl, Die Stereophotogrammetrie, Mitteilungen des k. k. Milit. Geogr. Inst., Bd. 22, 1902, S. 139. — [10] Ders., Die stereophotogrammetrische Terrainaufnahme, ebend., Bd. 23, 1903, S. 181. — [11] Ders., Beiträge zur Stereophotogrammetrie, ebend., Bd. 24, 1904, S. 143. — [12] Hammer, Referat über Phototheodolit, Stereokomparator und Stahlmeßrohr von Pulfrich, Zeitschr. f. Instr. 1907, S. 312. — [13] Pulfrich, Ueber die Konstruktion von Höhenkurven und Plänen auf Grund stereophotogrammetrischer Messungen u. s. w., ebend. 1903, S. 43; Ueber einen Versuch zur praktischen Erprobung der Stereophotogrammetrie u. s. w., ebend. 1903, S. 317. — [14] Seliger, Topographische Triangulation durch Stereophotogrammetrie, Zeitschr. f. Verm. 1905, S. 382. — [15] Truck, Die stereophotogrammetrische Meßmethode und ihre Anwendung auf Eisenbahnvorarbeiten, ebend. 1906, S. 313. — [16] Schell, Die stereophotogrammetrischen Ballonaufnahmen für topographische Zwecke, Wien 1906. — [17] Doležal, Genauigkeit und Prüfung einer stereogrammetrischen Aufnahme, Oesterr. Zeitschr. f. Verm. 1907, S. 167. — [18] Fortlaufende Literaturnachweise in der Zeitschr. f. Vermess. — Berichte über die Fortschritte in Theorie und Praxis der Photogrammetrie und in den Instrumenten in [19] Internat. Archiv f. Photogrammetrie, Wien u. Leipzig. († *Reinhertz*) *Hillmer.*

Photographie, die Herstellung von Lichtbildern. Hierzu werden photochemische Prozesse benutzt, und zwar dienen zu direkten photographischen Kopierprozessen lichtempfindliche Präparate, die im Lichte direkt ihre Farbe deutlich verändern (z. B. Chlorsilber), oder welche sich beim Belichten nicht oder nur wenig ändern und erst beim Behandeln mit sogenannten Entwicklern sich schwärzen (Brom-, Jod- und Chlorsilber mit Entwicklung), oder welche photochemische Reaktionsprodukte liefern, die durch sekundäre Reaktionen intensive Färbungen annehmen (z. B. lichtempfindliche Ferrisalze, die im Lichte zu Ferrosalzen reduziert werden und dann mit Ferricyankalium intensives Turnbullsblau geben: Cyanotypie).

I. Photographie bei Tageslicht.

Beim Belichten von Chlor- oder Bromsilber wird Chlor bezw. Brom abgespalten, und es entsteht dunkelgefärbtes Silberphotochlorid oder -photobromid, das entweder als Subhaloidverbindung des Silbers oder als feste Lösung von kolloidalem Silber in Haloidsilber aufgefaßt wird und sich vom metallischen Silber durch geringere Löslichkeit in Salpetersäure und durch eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Fixiernatron, aber gesteigerte Reduktionsfähigkeit in reduzierenden Substanzen vom normalen Bromsilber unterscheidet. Beim Behandeln mit Thiosulfat, Cyankalium u. s. w. wird es schließlich größtenteils in sich lösendes Silberhaloid und zurückbleibendes metallisches Silber gespalten.

In den einfachsten Fällen, nämlich bei der sogenannten Lichtpauserei, kopiert man Zeichnungen u. dergl. unmittelbar auf lichtempfindliches Papier (s. Lichtpausen); in den weitaus zahlreichsten Fällen aber ist der Ausgangspunkt die Herstellung eines Negativs in der Kamera (s. d.). Bei dieser Negativerzeugung, bei der häufig geringe oder momentane Belichtung der photographischen Platte erfolgen kann, ist möglichst große Empfindlichkeit der fensibeln Schicht erwünscht. Die lichtempfindlichste Substanz, die man derzeit kennt, ist Bromsilbergelatine in Form von Trockenplatten. Sie verändert sich im Lichte zwar direkt nicht so schnell und wird nicht so intensiv schwarz, wie z. B. Chlorsilber, aber empfängt schon bei ganz kurzen Belichtungen ein unsichtbares (latentes) Lichtbild, das durch geeignete Reduktionsmittel (photographische Entwickler) zu metallischem Silber reduziert und dadurch geschwärzt wird, während das nicht belichtete Bromsilber intakt bleibt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Um bei den modernen höchſt empfindlichen Trockenplatten ein entwicklungsfähiges Lichtbild zu erhalten, genügt ſchon eine Belichtung von 0,03 Sekundenmeterkerzen, d. i. die Belichtung mit einer Heſnerſchen Amylacetatlampe im Abſtand von 1 m während 0,03 Sekunden. Je ſchwächer das Licht, deſto länger muß es einwirken, um denſelben photographiſchen Effekt zu erzielen. Dies drückt die photographiſche Reziprozitätsregel aus: der photographiſche Effekt $= i \cdot t$, worin i die Lichtintenſität, t die Belichtungszeit bedeutet. Dieſe Regel gilt zwar bei extrem ſchwachen ſowie bei beſonders ſtarken Lichtintenſitäten nicht genau, weil die Bromſilbergelatine die Eigenſchaft hat, von der einſtrahlenden Lichtenergie um ſo weniger für den photographiſchen Zweck zu verwenden, je langſamer die Energie zuſtrömt; dazu kommt, daß eine gewiſſe Anfangswirkung zur Auslöſung des photochemiſchen Prozeſſes notwendig iſt (photochemiſche Induktion).

Ueber die Herſtellung der Bromſilbergelatine ſ. Bromſilbergelatine. Dieſe wird in Gießmaſchinen auf Glas, Celluloid (Films) oder Papier aufgetragen. Films ſind biegſame Häute; man unterſcheidet hauptſächlich zwei Gruppen:

a) Rollfilms (auf dünnen Häuten von Celluloid oder von Kollodium und gegerbter Gelatine aufgetragen), die auf Walzen aufgewickelt und in eignen Rollkaſſetten beim Belichten in der Kamera (ſ. d.) abgerollt werden; hierher gehören auch die Streifen für Kinematographie;

b) Blatt- oder Flachfilms, die auf ſteife Celluloidblätter aufgetragen und in einzelnen Blättern, ähnlich wie Glasplatten, verarbeitet werden. Geringes Gewicht und Unzerbrechlichkeit gewähren Vorteile für Reiſephotographen.

Die Bromſilberemulſion dient zur Herſtellung ſogenannter photographiſcher Negative in der Kamera; das latente Lichtbild wird durch chemiſche Entwickler (ſ. d.) ſichtbar gemacht.

Die Empfindlichkeit der Platten wird mittels Senſitometer (ſ. d.) gemeſſen. Bromſilberplatten des Handels ſollen mindeſtens 10°, Rapidplatten 12—14°, Extrarapidplatten 15—16° Scheiner aufweiſen; letztere ſind ungefähr viermal empfindlicher als die erſtgenannten.

Normalbelichtete Platten geben bei korrekter Weiterbehandlung gute Negative. Bei zu kurzer Belichtung bleiben die Einzelheiten in den Schatten aus, während die Lichter im Entwickler zu ſtarke Deckung annehmen. Zu lange belichtete Platten geben monotone, flaue Negative; bei ſehr ſtarker Ueberbelichtung (z. B. 10000—30000fach) verliert das Bromſilber gradatim die Fähigkeit, im Entwickler geſchwärzt zu werden (Soliriſation), ſo daß beim Entwickeln mehr oder weniger eine Umkehrung in ein Diapoſitiv erfolgt.

Bei der Photographie ſehr heller Objekte treten im Negativ ſeitliche Ueberſtrahlungen auf (Lichthöfe, Irradiation), die hauptſächlich von der Reflexion des einfallenden Lichtes von der Glasplattenrückwand herrühren; Films, Bromſilberpapier geben weitaus geringere Lichthöfe als Glasplatten. Man wirkt der Lichthofbildung entgegen, indem man zwiſchen Bromſilberemulſion und Glasplatte rotgefärbte Gelatine anbringt, deren roter Farbſtoff beim nachträglichen Fixieren im ſauern Fixierbade entfärbt wird (lichthoffreie Platten, Iſolarplatten). Ein andres Mittel beſteht im Ueberziehen der Glasplattenrückſeite mit ſchwarzen, roten oder braunen Firniſſen, Dextrinſchichten u. dergl.

Durch den Entwickler wird das belichtete Bromſilber zu metalliſchem Silber reduziert. Als Fixage dient eine Löſung von Natriumthioſulfat — Fixiernatron — oder ſaures Fixierſalz. Rapidfixierſalz iſt ein Gemiſch von Fixiernatron und Chlorammonium, das beim Auflöſen Ammoniumthioſulfat bildet. Sind die fixierten Negative an Dichte nicht ganz richtig geraten, ſo werden ſie nach dem Waſchen und Trocknen, falls ſie zu dünn ſind, verſtärkt, andernfalls abgeſchwächt. Von den vielen Verſtärkern ſei die Behandlung mit zweiprozentiger Queckſilberchloridlöſung, Waſchen und Schwärzen mit verdünnter Ammoniaklöſung oder Natriumſulfitlöſung erwähnt. Queckſilberrhodaniddoppelſalz ſchwärzt Silbernegative in einer einzigen Operation (Agfaverſtärker). Gemiſche von Ferricyankalium und Uranylnitrat lagern auf dem Silberbilde durch chemiſche Wechſelwirkung einen rotbraunen Niederſchlag von Ferrocyanuranyl ab, der verſtärkend wirkt. Abſchwächer ſind Löſungsmittel für metalliſches Silber, die das Bindemittel (Gelatine) nicht angreifen dürfen, z. B. Gemiſche von Fixiernatron und Ferricyankalium, ſaure Löſungen von Kaliumpermanganat, Gemiſche von Cyankalium und Jodtinktur u. ſ. w.

Die trockenen Negative werden in der Regel gefirnißt (ſogenannter Negativlack, z. B. Löſungen von Schellack, Maſtix, Sandarak, Dammarharz in Alkohol, der warm aufzutragen iſt); Löſungen von Sandarak in Aceton, Benzol und Alkohol trocknen auch nach dem Auftragen bei Zimmertemperatur blank auf (Kaltlack), Mattlacke ſind z. B. Löſungen von Sandarak, Maſtix in Aether und Benzol. Außer Bromſilbergelatinetrockenplatten verwenden Reproduktionsanſtalten häufig das alte naſſe Kollodiumverfahren (ſ. Kollodium, photographiſches).

Die gewöhnliche Bromſilbergelatine beſitzt das Maximum der Empfindlichkeit gegen Hellblau, Blau, Violett und Ultraviolett des Spektrums; gegen Grün, Gelb und Rot fällt die Lichtempfindlichkeit enorm ab. Fügt man aber gewiſſe Farbſtoffe zur Emulſion, ſo wird die Farbenempfindlichkeit für die Komplementärfarben erhöht (Farbenſenſibiliſierung), indem die Lichtabſorption des Farbſtoffes mit dem Senſibiliſierungsmaximum im Zuſammenhange ſteht. Hierher gehören die orthochromatiſchen und panchromatiſchen Platten (ſ. Orthochromatie).

Zur Beſtimmung der Expoſitionszeit bedient man ſich vielfach der ſogenannten Expoſitionsmeſſer (ſ. d.).

Werden die Negative auf geeignete lichtempfindliche Papiere kopiert, ſo erhält man poſitive Bilder. Als lichtempfindliche Subſtanz der Kopierpapiere benutzt man gewöhnlich Chlorſilber; reines Chlorſilber ſchwärzt ſich allerdings im Lichte nicht kräftig genug; wird es aber durch Zuſatz von Silbernitrat, -zitrat u. ſ. w. oder andre Subſtanzen, die das beim photographiſchen Schwärzungsprozeß abgeſpaltene Chlor des Chlorſilbers binden, ſenſibiliſiert, ſo ſchwärzt es ſich beim Belichten durchgreifend. Derzeit werden Chlorſilberemulſionspapiere am

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meiſten verwendet. Als Bindemittel für die Chlorſilberemulſion dient entweder Kollodium (ſ. Celloidinpapier) oder Gelatine (ſ. Ariſtopapier), Pflanzeneiweiß (ſ. Protalbinpapier) oder Kaſein (Kaſoidinpapier). Dieſe Auskopieremulſionen werden in der Regel auf ſogenanntes Barytpapier (ſ. d.) aufgetragen und als Glanz- oder Mattpapier hergeſtellt. Dieſe Papiere werden in Kopierrahmen mit den Negativen zuſammen gepreßt und behufs Erzeugung poſitiver Kopien dem Lichte ausgeſetzt. Werden ſolche Silberbilder fixirt, ſo iſt ihre Farbe häufig unanſehnlich; um die Farbe und zugleich auch die Haltbarkeit der Papierbilder auf derartigen Auskopierpapieren zu verbeſſern, bringt man ſie in Gold- oder Platinbäder, die auf das Silberbild etwas Gold oder Platin durch chemiſche Wechſelwirkung ablagern (Tonen der Silberbilder). Die Goldbäder verſetzt man bald mit alkaliſch reagierenden Subſtanzen (Borax), bald mit Thiocarbamid und Zitronenſäure oder mit Rhodanammonium u. ſ. w., um Variationen der Nuancen zu erzielen. Die Platinbäder werden meiſtens aus Kaliumplatinchlorür und Phosphorſäure gemiſcht, um ſattſchwarze Töne zu erzielen (ſ. Tonbäder). Miſcht man Goldſalze mit Fixierbädern, ſo erfolgt Tonen und Fixieren in einer einzigen Operation. Die einfachſten Tonfixierbäder beſtehen aus Natriumthioſulfat, Chlorgold und Bleiacetat oder -nitrat, das die Entſtehung dunkler Töne begünſtigt; häufig werden Rhodanide zugeſetzt oder auch Alaun, um die Bildſchicht, z. B. Ariſtobilder, zu härten (ſ. Tonfixierbäder).

Außer dieſem Auskopierpapier verwendet man auch Entwicklungspapiere, deren lichtempfindliche Schicht Bromſilber- oder Chlorſilbergelatine iſt; ſie geben bei relativ kurzer Belichtung latente Lichtbilder, die ſich durch Entwickler (ſ. oben) ſichtbar machen laſſen (ſ. Bromaryt). Chlorſilbergelatinepapiere (ſ. d.) ſind weniger lichtempfindlich als Bromſilberpapiere, geben aber wärmere Töne. Eine Mittelſorte geben die Chlorbromſilberpapiere, die man auch Tageslicht- oder Gaslichtpapier (ſ. d.) nennt (je nach der Lichtquelle, bei der man ſie kopiert). Solche Entwicklungspapiere werden mittels Maſchinen in Rollen ohne Ende kopiert und entwickelt (ſ. Kilometerphotographie) und dienen zur Anfertigung großer Bildauflagen (Anſichtskarten, Buch- und Kunſtilluſtrationen).

Auch für das photographiſche Vergrößerungsverfahren benutzt man mit Vorliebe derartige Bromſilber- oder Chlorbromſilberpapiere. Um die Farbennuance zu ändern, namentlich um den ſchwärzlichen Ton in einen bräunlichen zu verwandeln, benutzt man ſpezielle Tonbäder für Bromſilberbilder, z. B. ein Gemiſch von Ferricyankalium und Uranylnitrat, oder man führt das Silberbild in Schwefelſilber über durch Behandeln mit Ferricyankalium und Bromkalium (Bildung von Bromſilber) und darauffolgendes Baden in Schwefelnatrium u. ſ. w.

Außer den Silberſalzen eignen ſich noch andre lichtempfindliche Subſtanzen zur Herſtellung von Kopien (ſ. Lichtpaufen). Während die dort genannten Verfahren (z. B. Cyanotypie, Eiſengallusverfahren, Negrographie) mehr für techniſche Zwecke dienen, wird der Pigmentdruck (ſ. d.) ſowie der Gummidruck (ſ. d.) insbeſondere für künſtleriſche Photographie verwendet.

Der Platindruck (ſ. d.) beruht auf der Lichtempfindlichkeit des Ferrioxalates, das im Lichte zu Ferrooxalat reduziert wird und bei Gegenwart von Alkalioxalaten aus Kaliumplatinchlorür metalliſches Platin ausſcheidet. Der hohe Preis des Platins iſt der Verbreitung dieſes Verfahrens hinderlich. Ueber Argentotypie ſ. d.

Diapoſitive für Projektionszwecke (Laternbilder) erzeugt man mittels Brom- oder Chlorſilber, am meiſten jedoch mit Chlorbromſilberplatten (vgl. Projektionsapparate).

Die für Bromſilberpapier angegebenen Tonungsverfahren können auch für Diapoſitive verwendet werden; auch das Pigmentverfahren, das Kollodiumverfahren u. ſ. w. werden zur Herſtellung von Diapoſitiven vielfach verwendet; man benutzt ſolche Diapoſitive auch als Fenſterbilder für Stereoſkope und als Ausgangspunkt mancher photographiſcher Prozeſſe (z. B. Heliogravüre, zur Herſtellung photographiſch verkleinerter oder vergrößerter Negative u. ſ. w.).

Es iſt bemerkenswert, daß entwickelte, aber nicht fixierte photographiſche Bromſilbernegative durch Behandlung mit verdünnter angeſäuerter Löſung von Kaliumpermanganat direkt in Diapoſitive umgewandelt werden können, indem hierbei das metalliſche Silber des Negativs aufgelöſt wird und das Bromſilber zurückbleibt; wird dieſes durch Reduktionsmittel geſchwärzt, ſo reſultiert ein Diapoſitiv. Dieſer Prozeß findet bei der Lumièreſchen Autochromplatte Verwendung (ſ. Abſchnitt III: Photographie in natürlichen Farben).

Allgemeines über Photographie ſ. [1] und [2], über wiſſenſchaftliche Photographie ſ. [3]—[6], über gerichtliche Photographie ſ. [7] und [8].

II. Photographie bei künſtlichem Lichte.

Das gewöhnliche Lampenlicht (Petroleumlicht, Gaslicht, elektriſche Glühlampen) weiſt eine geringe photographiſche Wirkſamkeit auf, weil es relativ arm an blauen, violetten und ultravioletten Strahlen iſt. Weit wirkſamer iſt das an chemiſch wirkſamen Strahlen reiche Magneſiumlicht (ſ. d.), Aluminiumblitzlicht (ſ. d.), insbeſondere das elektriſche Bogenlicht und das Licht der Queckſilberdampflampe. Zwiſchen beiden ſteht das Gasglühlicht und die mit ſtarkem Strom zum Weißglühen gebrachte Glüh- oder Nernſtlampe und das Drummondſche Kalklicht. Gegenwärtig wird ſowohl mitunter in der Porträtphotographie, viel häufiger noch in der Reproduktionsphotographie das Licht gewaltiger Bogenlampen (zu je 3000—4000 Kerzen) verwendet. Sehr günſtig z. B. ſind die Flammbogenlampen. Der in der Lampe gezogene elektriſche Flammenbogen iſt reich an blauvioletten Strahlen und gibt ſtark chemiſch wirkſames Licht. Noch wirkſamer iſt das Licht der Effektkohlen, die Calciumſalze (gelbes Licht), Strontiumſalze (rotes Licht) oder Baryumſalze (weißes Licht) enthalten und einen ſehr hellen Flammenbogen geben, welcher zur Herſtellung von Photographien und zu Kopierprozeſſen erfolgreich verwendet wird. Namentlich die weißen Effektkohlen werden häufig zur Aufnahme farbiger Objekte verwendet. Das fahlblaue Licht der Queckſilberdampflampe iſt photographiſch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fehr wirkfam, namentlich in Form der Quarzlampe, weil Quarz für ultraviolettes Licht fehr durchläffig ift, während vom Glas nur die weniger brechbaren Regionen des ultravioletten Spektrums durchgelaffen werden. Jedoch laffen gewiffe Glasforten ziemlich viel Ultraviolett durch (Uviolglas). Da aber fowohl photographifche Objektive als Kopierrahmen Glaskörper enthalten, fo ftört die Lichtabforption des Glafes in der Queckfilberdampflampe in der photographifchen Praxis kaum. Vgl. [9]—[11].

III. Photographie in natürlichen Farben, Photochromie.

Es gibt verfchiedene photographifche Verfahren, die allerdings mehr oder weniger unvollkommen die Herftellung von Bildern in natürlichen Farben auf rein photographifchem Wege ermöglichen.

1. Mit Silberphotochlorid. Läßt man Chlorfilberpapier am Lichte violett anlaufen (Bildung von Silberphoto- oder -fubchlorid), fo ift diefes Produkt geeignet, Photochromien zu geben. Legt man bunte Gläfer oder Diaphanien (f. d.) auf folches Papier und fetzt es längere Zeit ($^1/_2$ bis mehrere Stunden) dem Sonnenlichte aus, fo entftehen die analogen Farben auf dem Papier, namentlich das Rot, Gelb, Blau und Violett kommen gut zum Vorfchein, am fchwierigften das Grün. Diefes Verfahren war im Prinzip fchon Seebeck (1810) bekannt; es wurde fpäter von Becquerel, Niepce (1850—1866), Zenker u. a. vervollkommnet. Keinem Forfcher gelang die Fixierung diefer Art der Photochromien, die fich wohl bei Lichtabfchluß lange Zeit aufbewahren laffen, im Lichte aber rafch nachdunkeln und in Fixierbädern zerftört werden.

2. Ausbleichverfahren. Unechte Pflanzen- oder Teerfarbftoffe bleichen im Lichte aus, und zwar in jenen Farben des Spektrums, die den unechten Pigmentfarben komplementär find. Ein lichtunechter roter Teerfarbftoff wird z. B. nur von grünem Licht gebleicht, das er abforbiert, nicht aber von rotem, das er reflektiert. Diefe fchon anfangs des vorigen Jahrhunderts gemachte Beobachtung (f. Eder, Gefchichte der Photographie, Halle a. S. 1905) nutzte zuerft Vallot (1895), Worel (1901), Neuhauß (1902) zur Herftellung von Photochromien aus. Sie beftrichen Papier mit einem Gemifch von unechten roten, gelben und blauen Farbftoffen, legten ein farbiges Glasbild u. f. w. auf, belichteten in der Sonne, bis hinter jedem Farbenglas die komplementäre Farbe zerftört war. Es refultiert dann eine Photochromie, die ungefähr die Farben des Originals aufweift. Gewiffe Zufätze (Anethol, Waffer ftofffuperoxyd) befördern den Ausbleichprozeß. Die fertigen Ausbleichbilder werden durch Baden in Kupferfulfatlöfung lichtechter gemacht.

3. Lippmanns Interferenzmethode ift eines der geiftreichften photographifchen Verfahren (erfunden 1891) und befteht darin, daß eine feinkörnige und deshalb leider fehr wenig empfindliche Emulfion mit der Schichtfeite mit Queckfilber in optifchen Kontakt gebracht wird; hierauf läßt man in der photographifchen Kamera das durch eine Linfe entworfene farbige Bild auf die äußere Glasrückwand fallen. Es dringt durch die Emulfionsfchicht zum Queckfilber und wird von diefem gefpiegelt; diefes gefpiegelte Licht interferiert mit dem einfallenden, wobei fich im Innern der lichtempfindlichen Schicht ftehende Lichtwellen (dunkle Minima, leuchtende Maxima) bilden. Die empfindliche Schicht wird durch diefe Vorgänge in eine Reihe von dünnften Lamellen zerlegt, die zur Dicke den Zwifchenraum haben, der zwei Maxima trennt. Diefe Abftände entfprechen der halben Wellenlänge und der Farbe des einwirkenden Lichts. Entwickelt und fixiert man diefe Bilder wie gewöhnliche photographifche Trockenplatten, fo erhält man nach dem Trocknen Photographien, die im reflektierten Lichte naturwahre, prächtig fchillernde Farben zeigen, die auch vollkommen haltbar find. Die Lippmannfchen Photochromien geben in der Kamera direkte, wahre und wirklich fixierbare naturfarbige Bilder, die allerdings nur im reflektierten Lichte fichtbar find. Es gelingt nicht nur die Wiedergabe des Farbenfpektrums, fondern auch Mifchfarben, ja fogar Porträte lebender Perfonen (zuerft von Lumière in Lyon 1893) find, allerdings bei fehr langer Belichtungszeit, zu erhalten. Eine technifche Verwertung ift bis jetzt unmöglich.

4. Indirekte Farbenphotographie, Dreifarbenphotographie. Die Schwierigkeiten der vorhin erwähnten Verfahren führten zur indirekten Farbenphotographie nach dem zuerft von Maxwell (1861) gefaßten Gedanken, daß man jedes farbige Bild durch Kombination der drei Grundfarben (Rot, Gelb, Blau oder Orange, Grün, Blauviolett) herftellen kann (f. Dreifarbendruck, Chromofkop, Pinachromie und Pinatypie).

Das neue Lumièrefche Autochromverfahren, das in finnreicher Weife in einem Arbeitsvorgange unmittelbar Photographien in natürlichen Farben ergibt, baut fich gleichfalls auf dem Syftem der Dreifarbenphotographie (f. Dreifarbendruck) auf; jedoch find die Lichtfilterchen in den drei Grundfarben (Orangerot, Grün, Blauviolett) in die photographifche Platte felbft verlegt und von fo außerordentlicher Feinheit, daß das refultierende farbige Bild ohne mechanifche Einfärbungsprozeffe auf rein photographifchem Wege zuftande kommt, wobei die Empfindlichkeit fo groß ift, daß Porträte, Landfchaftsaufnahmen fich ohne Schwierigkeit bei fonnigem Wetter herftellen laffen. Verfahren, die dem Autochromverfahren ähnlich find, aber Lineaturen oder andre Muffer (anftatt gefärbter Körnchen) in der Platte tragen, find auch von Ducos du Hauron und fpäter von Bercegol, Warner-Powrie, Krayn u. a. angegeben worden. Während Joly zur Aufnahme eine Platte benutzt, die rote, grüne und blaue Linien nebeneinander zeigt, verwenden die Gebrüder Lumière bei ihren Autochromplatten ftatt der Linien ein feines Korn aus Stärkekörnern (Durchmeffer etwa 0,015 mm). Sie werden mit forgfältigft ausgewählten Anilinfarben orange, grün und violett gefärbt, getrocknet und dann die drei verfchieden gefärbten Mengen innigft miteinander vermifcht. Diefes Gemenge wird auf eine Glasplatte aufgetragen und mit einem vorher über die Platte geftrichenen klebrigen Mittel fixiert; die dergeftalt adjuftierten Glasplatten haben eine Preßmafchine zu durchlaufen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wodurch die Körner ganz nahe aneinander gedrückt werden und ſchließlich nur allerfeinſte Kohleteilchen zum vollſtändigen Ausſchluß des weißen Lichtes erforderlich ſind. Die ſo präparierten Platten zeigen für das freie Auge eine graue Färbung. Die Schichtung der gefärbten Körner wird ſodann mit einem waſſerdichten Lack überzogen und erſt auf dieſen Lack wird die panchromatiſche Bromſilbergelatineemulſion aufgetragen. Die Belichtung erfolgt unter Vorſchaltung eines Gelbfilters durch das Glas der Autochromplatte und iſt ca. vierzigmal länger zu nehmen als bei gewöhnlichen Trockenplatten. Es wird mit Pyrogallusſäure-Ammoniakentwickler hervorgerufen, das entſtandene unfixierte Negativ wird in ein Diapoſitiv umgewandelt, indem man mittels ſaurer Kaliumpermanganatlöſung das metalliſche Silber auflöſt. Das Bromſilber bleibt in der Platte, dieſe wird gewaſchen, ans Tageslicht gebracht, mit Amidol bei vollem Tageslicht das unreduzierte Bromſilber entwickelt, wobei das Negativ in ein Diapoſitiv umgewandelt wird. Nach kurzem Waſchen entfernt man die Spuren des Amidolentwicklers mit einem ſehr verdünnten Kaliumpermanganatbade, dann wird flüchtig abgeſpült und die Platte in einer Löſung von Silbernitrat, Pyrogallus- und Zitronenſäure in Waſſer verſtärkt. In dieſem Bade bleibt die Platte ſo lange, bis ſie in der Durchſicht genügende Kraft hat, wobei man die Farben ſchon prächtig ſieht. Nach flüchtigem Abſpülen wird die Platte in ein Kaliumpermanganatbad (1 : 2000) kurz eingetaucht, abgeſpült, in ſauerm Fixierbade fixiert und etwa 3—4 Minuten gewäſſert. Die noch naſſe Platte wird auf einer rotierenden Scheibe raſch getrocknet und mit einem alkoholfreien Lack überzogen. Das Verfahren liefert vorzügliche Reſultate und iſt nicht ſehr ſchwierig auszuführen. Vgl. [4], [12]—[15].

IV. Photographiſche Vergrößerungen

ſtellt man entweder direkt nach den kleinen Originalnegativen her, indem man ſie im durchfallenden Lichte beleuchtet und mit einem photographiſchen Objektiv und einer Kamera ein vergrößertes Bild auf Bromſilberpapier entwirft, das dann im Entwickler ein poſitives Bild gibt. Man kann auch einen indirekten Weg einſchlagen, indem man nach dem Originalnegativ ein Glasdiapoſitiv (am beſten mittels Pigmentverfahrens) herſtellt und nach dieſem in der Kamera ein vergrößertes Negativ, das zur Herſtellung von großen Kopien dient. Vgl. [16] und [17].

Außer den im Artikel zitierten Verweiſen ſ. ferner Momentverſchlüſſe, Objektive, photographiſche, Retuſche, Stereophotographie, Telephotographie (Fernphotographie), Vergrößerungsapparate; über Röntgenphotographie ſ. Röntgenſtrahlen.

Literatur: [1] Eder, Ausführl. Handbuch der Photographie, 3.—5. Aufl., Halle a. S. 1903/06. — [2] Pizzighelli, Handbuch der Photographie, 3. Aufl., Halle a. S. 1903. — [3] Neuhauß, Photographie auf Forſchungsreiſen, Halle a. S. 1894. — [4] Eder, Jahrbücher für Photographie, Halle a. S. 1887—1907. — [5] Konkoly, Anleit. z. Himmelsphotographie, Halle a. S. 1887. — [6] Krumbacher, Photographie im Dienſte der Geiſteswiſſenſchaften, Leipzig 1906. — [7] Bertillon, Die gerichtliche Photographie, Halle a. S. 1895. — [8] Reiß, La photographie judiciaire, Paris 1903. — [9] Schnauß, Blitzlichtphotographie, 3. Aufl., Düſſeldorf 1902. — [10] Holm, Photographie bei künſtlichem Licht, Berlin 1903. — [11] Mercator, Die Verwendung künſtlicher Lichtquellen bei Porträtaufnahmen, Halle a. S. 1898. — [12] Valenta, Photographien in natürlichen Farben mit beſonderer Berückſichtigung des Lippmannſchen Verfahrens, Halle a. S. 1894. — [13] Miethe, Dreifarbenphotographie, Halle a. S. 1904. — [14] Hübl, Dreifarbenphotographie, 2. Aufl., Halle a. S. 1902. — [15] Derſ., Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochromplatten, Halle a. S. 1908. — [16] Mercator, Der Entwicklungsdruck, Düſſeldorf 1891. — [17] Stolze, Kunſt des Vergrößerns, 2. Aufl., Halle a. S. 1902. — Encyklopädie der Photographie, Halle a. S., Heft 1—60; Photographiſche Bibliothek, Berlin, Heft 1—20; Keßler, Lehrbuch der praktiſchen Photographie, Leipzig 1906; Eder, Rezepte und Tabellen, 7. Aufl., Halle a. S. 1908; Schmidt, Kompendium der praktiſchen Photographie, Karlsruhe 1907; Kaiſerling, Praktikum der wiſſenſchaftlichen Photographie, Berlin 1898; Schmidt, Photographiſches Hilfsbuch, Bd. 1 u. 2, Berlin 1907/08; Vogel, Handbuch der Photographie, Bd. 1—3 (Bd. 1 bearb. von E. König), Berlin 1906; Miethe, Lehrbuch der prakt. Photographie, 2. Aufl., Halle a. S. 1902; Luther, Chemiſche Vorgänge in der Photographie, Halle a. S. 1899; Valenta, Photogr. Chemie, Halle a. S. 1898/99. *J. M. Eder.*

Photographieſchutzgeſetz, ſ. Urheberrecht.

Photographiſche Ortsbeſtimmung, im weſentlichen die Anwendung des Photochronographen (ſ. d.) auf Beſtimmung der geographiſchen Koordinaten eines Beobachtungsortes.

Photogravüre, Synonym für Heliogravüre (ſ. d.); in Frankreich Bezeichnung für Autotypie (ſ. d.).

Photokeramik, die Herſtellung keramiſcher, auf photomechaniſchem Wege mit Dekor verſehener Gegenſtände (vgl. Einſtaubverfahren, Emailphotographie, Keramik, photographiſche, Keramiſcher Druck). *A. W. Unger.*

Photolithographie, ſ. Lithographie und Preſſendruckverfahren.

Photometrie (Lichtmeſſung) wird in der Regel in zwei Gruppen eingeteilt: 1. die optiſche Photometrie; 2. die chemiſche Photometrie. Vgl. a. Beleuchtungsgrundſätze.

I. Optiſche Photometrie.

Photometer ſind Vorrichtungen zum Meſſen von Helligkeiten. Als Maßeinheit dienen die Normallichtquellen. Dieſe ſind willkürlich feſtgelegt, müſſen jedoch die Forderung erfüllen, leicht reproduzierbar zu ſein. Der internationale Elektrikerkongreß zu Genf 1896 nahm

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

als Einheit der Lichtstärke die „Bougie décimale" = $^1/_{20}$ Violle an. Die Definition der Violle-Einheit wurde in der folgenden Fassung angenommen: Als Einheit des weißen Lichtes gilt die Lichtstärke, welche 1 qcm der Oberfläche geschmolzenen Platins im Momente des Erstarrens in senkrechter Richtung besitzt. Da die Violle-Einheit nicht leicht reproduzierbar ist, wurde auf dem Kongreß für praktische Zwecke die von Hefner-Alteneck angegebene Amylacetatlampe (Hefnerkerze = HK) als Normallichtquelle gewählt. Diese ist definiert als die Lichtstärke in horizontaler Richtung einer ruhig stehenden, in reiner atmosphärischer Luft frei brennenden Flamme, welche aus dem Querschnitt eines massiven, mit Amylacetat gesättigten Dochtes aufsteigt, der ein kreisrundes Dochtröhrchen aus Neusilber von 8 mm innerem und 8,3 mm äußerem Durchmesser und 25 mm frei stehender Länge vollkommen ausfüllt, bei einer Flammenhöhe von 40 mm vom Rande des Dochtröhrchens aus und frühestens 10 Minuten nach dem Anzünden gemessen.

Die Stärke der Beleuchtung, welche eine punktförmige Lichtquelle von 1 HK im Abstande von 1 m hervorbringt, nennt man „Meterkerze" oder „ein Lux". Die Hefnerkerze ist nur in Deutschland und Oesterreich in Gebrauch, während in Frankreich die Carcellampe, in England die Englische Walratkerze und auch die 10-Kerzen-Pentanlampe von Vernon Harcourt als Einheiten benutzt werden.

Die Verhältnisse dieser gebräuchlichen Einheiten sind in folgender Tabelle enthalten (vgl. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1907, Bd. 50, S. 752):

	HK	VK	EK	1 Pe	10 Pe	C	B. d.
Hefnerkerze	1	0,833	0,877	0,855	(0,0951)	0,0930	0,89
Vereinskerze	1,20	1	1,05	1,03	(0,105)	0,110	1,07
Englische Walratkerze	1,14	0,95	1	0,97	(0,1)	0,105	1,01
Pentandochtlampe	1,17	0,97	1,03	1	0,103	0,107	1,04
10-Kerzen-Pentanlampe	(10,95)	(9,50)	(10,0)	(9,7)	1	(1,020)	—
Carcellampe	10,75	9,05	9,53	9,29	(0,98)	1	9,62
Bougie décimale = $^1/_{20}$ Violle	1,13	0,94	0,99	0,96	—	0,104	1

In Anlehnung an die Beschlüsse des bereits erwähnten Genfer Kongresses haben die beteiligten deutschen Vereine die in folgender Tabelle angeführten photometrischen Größen und Einheiten festgelegt (vgl. Elektrotechn. Zeitschr. 1897, 18, S. 474; Journal für Gasbeleuchtung und Wasserverforgung 1897, 40, S. 548).

Größe		Einheit	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Lichtstärke	J	Kerze (Hefnerkerze)	HK
Lichtstrom	$\Phi = J\omega = [(J : r^2) S]$	Lumen	Lm
Beleuchtung	$E = \Phi : S = J : r^2$	Lux (Meterkerze)	Lx
Flächenhelle	$e = J : s.$	Kerze auf 1 qcm	—
Lichtabgabe	$Q = \Phi T.$	Lumenstunde	—

Dabei bedeuten ω einen räumlichen Winkel, S eine Fläche in Quadratmetern, s eine Fläche in Quadratzentimetern, beide senkrecht zur Strahlenrichtung, r eine Entfernung in Metern, T eine Zeit in Stunden.

Häufig benutzt man bei photometrischen Messungen sekundäre Normallichtquellen, und zwar kommen Benzin- oder Ligroinkerzen, vor allem aber Glühlampen (Kohlen- oder Metallfadenglühlampen) in Betracht. Diese müssen durch Akkumulatoren gespeist werden, damit die Spannung und Lichtstärke einen konstanten Wert behält.

Ausführung der photometrischen Messungen. Die Ausführung der photometrischen Messungen erfolgt in der Weise, daß von den zu vergleichenden Lichtquellen zwei eng aneinander stoßende Flächen (Photometerschirm) beleuchtet werden. Die Vergleichung erfolgt entweder durch Einstellung auf gleiche Helligkeit oder auf gleichen Kontrast, bei Vergleichung verschiedengefärbter Lichtquellen auch nach dem Prinzip gleicher Sehschärfe, oder auch nach dem Flimmerprinzip. In allen Fällen findet folgende Beziehung statt: Sind L_1 und L_2 die zu vergleichenden Lichtquellen, l_1, l_2 deren Entfernungen vom Photometerschirm im Gleichheitspunkte, so ist $L_1 : l_1^2 = L_2 : l_2^2$, da die Lichtwirkung mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt. Aus dieser Gleichung läßt sich, da die Helligkeit der einen Lichtquelle bekannt sein muß, die der andern berechnen.

Beschreibung der Apparate. Der älteste Typ ist das Schattenphotometer von Lambert (1760), auch Rumford-Photometer genannt. Bei diesem werden von den zwei zu vergleichenden Lichtquellen die Schlagschatten eines Stabes auf eine weiße Wand geworfen, wobei der von der einen Lichtquelle geworfene Schlagschatten durch die andre erhellt wird; die Lichtquellen werden so lange verschoben, bis die Schatten gleich hell erscheinen.

Das Photometer von Bouguer und Faucoult (1729) besitzt eine vertikale weiße Wand, welche durch eine geschwärzte Scheidewand in zwei Abteilungen geteilt wird, in welchen je eine der beiden Lichtquellen so lange verschoben wird, bis die Flächen gleich hell beleuchtet sind. Eine Modifikation dieser Anordnung ist das Keilphotometer von Ritchie.

Das Bunsensche Fettfleckphotometer [1], [4] beruht auf der Tatsache, daß ungefettetes Papier mehr Licht reflektiert, aber weniger durchläßt als gefettetes. In seiner einfachsten Gestalt besteht es aus einem weißen Papierschirm P, der in der Mitte mit einem kreisförmigen Fettfleck F versehen ist. Dieser Schirm wird senkrecht in der Mitte einer optischen Bank angebracht, und zwar so, daß die Mitte des Fettflecks in der Lichtachse liegt. Werden die Lichtquellen $L\,L_1$ entsprechend verschoben, so wird in jener Stellung, für welche die früher erwähnte Gleichung erfüllt ist, der Fettfleck verschwinden, d. h. gleich hell mit dem übrigen Teile des Schirmes erscheinen. Um beide Seiten des Schirmes gleichzeitig überblicken zu können, ordnete Rüdorff

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einen Winkelspiegel $S_1 S_2$ (Fig. 1) an, wodurch das Auge A in der Ebene des Papierschirmes beobachten kann. Krüß erreichte denselben Erfolg durch Verwendung zweier Reflexionsprismen. Siemens & Halske ersetzen bei ihrem neuesten tragbaren Glühlampenphotometer für technische Zwecke den Fettfleck durch einen Silberfleck zwischen zwei mattierten Glasplatten, der sich in zwei Spiegeln abbildet. Der Vorteil des Bunsen-Photometers liegt darin, daß die Felder im Falle gleicher Helligkeit scharf ineinander übergehen, während bis dahin die Vergleichsfelder immer durch einen dunkeln Zwischenraum getrennt waren. Einen Nachteil dieser Anordnung bedeutet jedoch der Umstand, daß jedes Vergleichsfeld gleichzeitig von beiden Lichtquellen beleuchtet wird, wodurch die Empfindlichkeit bis auf ein Viertel der möglichen herabgemindert wird. Dieser Fehler wurde im Photometer von Lummer und Brodhun [1], [4] vermieden. Der wesentliche Teil desselben ist eine Prismenkombination, der sogenannten Photometerwürfel, welcher an Stelle des Schirmes mit dem Fettfleck tritt. Die Hypotenusenfläche des Prismas A ist kugelförmig ausgebildet und bei $r s$ eben angeschliffen (Fig. 2), an diesen ebenen Teil ist die ebene Hypotenusenfläche des Prismas B so innig angepreßt, daß alle Luft an der Berührungsstelle entfernt wird. l und λ stellen zwei diffus reflektierende Flächen vor, welche ihr Licht durch die zu vergleichenden Lichtquellen erhalten. Die von l kommenden Lichtstrahlen gehen bei $r s$ ungebrochen und ungeschwächt hindurch und treten in der Fläche $a c$ parallel zur ursprünglichen Richtung aus. Die von λ kommenden Strahlen können ebenfalls

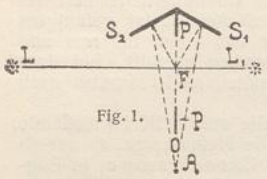


Fig. 1.

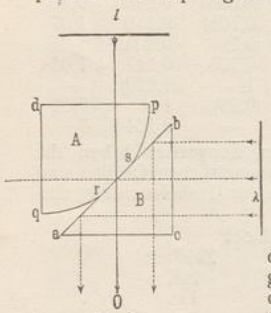


Fig. 2.

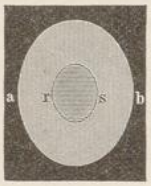


Fig. 3.



Fig. 4.

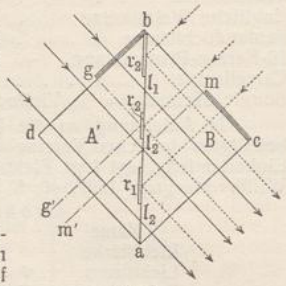


Fig. 5.

durch $r s$ ungehindert hindurchtreten, dagegen werden sie von allen andern Punkten der Fläche $a b$ total reflektiert. Das auf die Fläche $a b$ akkomodierte Auge des Beobachters in 0 erhält demnach direktes Licht von l, total reflektiertes von λ. Es erscheint also das eine Vergleichsfeld $r s$ als ein gleichförmig heller oder dunkler Fleck in einem ebenfalls gleichförmig hellen ringförmigen Felde (dem zweiten Vergleichsfelde). Dem äußeren Felde ist dadurch eine ringförmige Gestalt gegeben, daß man an den schwarz angelegten Stellen den Rand der Fläche $a b$ mit Asphaltlack bestreicht (Fig. 3). Bei gleicher Helligkeit der Vergleichsfelder verschwinden die Ränder des inneren elliptischen Fleckes vollständig. Noch größere Genauigkeit läßt sich bei Messungen mit dem Kontrastphotometer, welches auch von Lummer und Brodhun herrührt, erzielen (Fig. 4 und 5). Der Würfel besteht hier ebenfalls aus zwei Prismen, die mit ihren ebenen Hypotenusenflächen $a b$ aneinander gepreßt sind. Von dem Prisma A ist an den Stellen $r_1 r_2$ mittels Sandstrahlgebläse die Oberfläche weggeschliffen, so daß die vier Felder $r_1 r_2 l_1 l_2$ entstehen. Die Kathetenflächen $d b$ und $c b$ werden überdies nahezu bis zur Mitte mit den Glasplatten $m c$, $g b$ bedeckt, welche von dem auffallenden Lichte ca. 92% durchlassen. Der Strahlengang ist aus der Figur leicht erkennbar. Ein senkrecht auf $a c$ blickendes, auf $a b$ akkomodiertes Auge sieht die Felder l_1, l_2 im Lichte der linken, r_1 und r_2 im Lichte der rechten Lichtquelle. Als Kriterium der gleichen Helligkeit dient einerseits

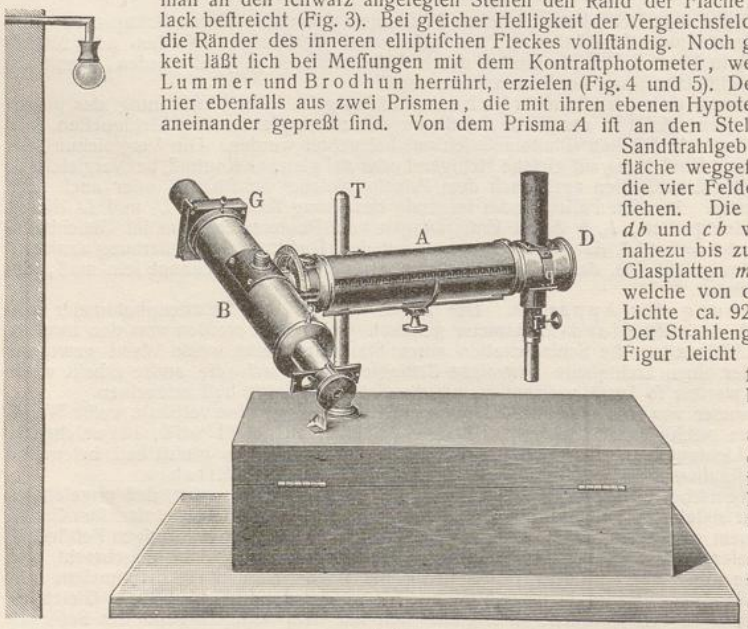


Fig. 6.

der gleiche Kontraſt von r_1 und I_1 gegenüber I_2 bezw. r_2, anderſeits auch das Verſchwinden der Trennungslinie von I_2 und r_2. Beide Bedingungen müſſen bei richtiger Einſtellung erfüllt ſein.

Ein Inſtrument, welches wegen ſeiner handlichen Form in techniſchen Kreiſen weite Verbreitung gefunden hat, iſt das Milchglasplattenphotometer von Leonhard Weber (Fig. 6 und 7) [3]. Auf dem als Fuß dienenden Aufbewahrungskaſten iſt die Säule *T* aufgeſchraubt. An dieſer iſt das horizontale Rohr *A* befeſtigt. *A* trägt links das um die Achſe von *A* drehbare und zu dieſer ſenkrechte Rohr *B*, rechts das Gehäuſe für die als Vergleichslichtquelle dienende Benzinlampe L_a, welche die mittels Triebes in *A* verſchiebbare Milchglasplatte G_a beleuchtet. Ein mit G_a feſt verbundener Index gleitet über eine an der Außenſeite von *A* angebrachte Millimeterteilung und geſtattet, den Abſtand r_a zwiſchen G_a und L_a unmittelbar abzuleſen. Durch ein Glimmerfenſter *q* im Gehäuſe *D* kann man die Flammenhöhe der Benzinlampe mittels einer dahinter geſtellten Teilung auf Spiegelglas bis auf 0,2 mm ableſen. Die Flamme wird von außen her in geeigneter Weiſe auf die vorgeſchriebene Flammenhöhe von 20 mm einreguliert. L_a iſt gegen *A* durch eine in der Figur nicht gezeichnete Glasplatte zur Vermeidung von Luftſtrömungen abgeſchloſſen. *B* trägt bei *G* ein Gehäuſe zur Aufnahme von Rauch- und Milchgläſern, bei *W* einen Lummer-Brodhunſchen Gleichheits- oder Kontraſtwürfel, bei *O* ein Okular zum Beobachten des Würfels. *B* läßt ſich durch Drehen um die Achſe von *T* und um die Achſe von *A* auf jeden Punkt des Raumes einſtellen. Zum Anblenden fremden Lichtes wird auf *B* bei *G* ein Rohr geſetzt. Die photometriſche Einſtellung erfolgt ſtets durch Verſchieben der Milchglasplatte G_a. Dieſes Photometer kann ſowohl zur Meſſung von Lichtſtärken als auch von Beleuchtungen verwendet werden. Sein Vorteil beſteht darin, daß man eines eignen geſchwärzten Photometerraumes entraten kann. Dagegen iſt der mittlere Fehler wegen der unvermeidlichen Schwankungen der Normallampe ca. 2%. Beſſere Reſultate laſſen ſich bei Verwendung kleiner Glühlämpchen an Stelle der Benzinlampe erzielen.

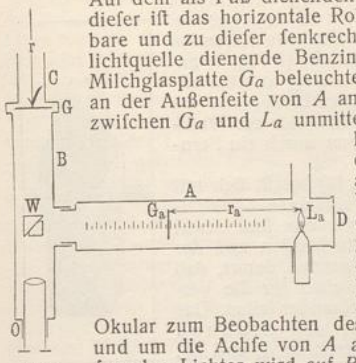


Fig. 7.

Es wären als techniſche Photometer noch die Beleuchtungsmeſſer von Krüß und von Martens [1], [4], der Helligkeitsprüfer nach Wingen und das Photometer nach Claffen zur Meſſung der Helligkeitsverteilung in beleuchteten Räumen zu nennen. Während bei den bisher beſprochenen Photometern die Entfernungsänderung als Schwächung der Lichtquelle dient, kann dies auch durch andre Mittel erfolgen.

A. Durch Mittel phyſikaliſcher Natur [1]: 1. Anwendung von Blenden (Cornu, Crova, Mascart, Univerſalphotometer von Blondel und Broca). 2. Anwendung von Zerſtreuungslinſen (Perry, Ayrton). 3. Anwendung abſorbierender Mittel (Weber, Sabine). 4. Anwendung der Polariſation (das Licht wird durch Reflexion und Brechung oder durch Doppelbrechung geradlinig polariſiert; durch Anordnung zweier Nicol-Prismen, von denen das eine feſt, das andre drehbar iſt, kann man die durchgelaſſene Lichtmenge nach Belieben verändern. Polariſationsphotometer von Zöllner, Wild, Martens).

B. Durch Mittel phyſiologiſcher Natur [1]. Rotierende Sektoren (Straßenphotometer von Brodhun).

Photometrie verſchiedenfarbiger Lichtquellen. Während die Vergleichung gleichgefärbter Lichtquellen, d. h. ſolcher von analoger ſpektraler Zuſammenſetzung, verhältnismäßig einfach durchzuführen iſt, ergeben ſich bei verſchiedenfarbigen Lichtquellen beträchtliche Schwierigkeiten (Purkinjes Phänomen). Es gibt verſchiedene Methoden, um trotz Farbenverſchiedenheiten zu richtigen Reſultaten zu gelangen. Dieſe ſind:

A. Einſtellung auf gleiche Helligkeit. 1. Durch Zwiſchenſchaltung geeigneter farbiger Mittel wird der Farbenunterſchied verringert oder ganz aufgehoben (gefärbte Gläſer, Lépinay und Nicaty). 2. Kompenſationsmethode, bei welcher das eine Vergleichsfeld des Photometers durch die zu meſſende Lichtquelle, das andre durch die Normallichtquelle mehr einem berechenbaren Bruchteil des Lichtſtromes der zu meſſenden Lichtquelle beleuchtet wird (Kompenſationsphotometer von Krüß, Miſchungsphotometer von Groſſe) [4].

B. Einſtellung auf gleiche Sehſchärfe. Man verſteht unter letzterer die Fähigkeit der Netzhaut, kleine Geſichtsobjekte zu erkennen. Die wichtigſte Anwendung ſtammt von L. Weber: Dieſer ſetzt vor das Okularrohr ſeines Photometers eine verſchiebbare Platte mit rotem und grünem Glas; es wird einmal mit vorgeſchlagenem rotem, einmal mit grünem Glaſe auf gleiche Helligkeit eingeſtellt. Aus dem Verhältnis der durch Photometrierung mit rotem und grünem Glas erhaltenen Lichtſtärken läßt ſich mit Hilfe einer experimentell feſtgelegten Tabelle die wahre Lichtſtärke berechnen. Die Tabelle wird mit Hilfe einer Sehſchärfenmeſſung ermittelt, wobei als Sehzeichen ringförmig ſchraffierte Felder von abnehmender Feinheit dienen, welche verkleinert auf einer Milchglasplatte photographiert ſind. Die auf dieſe Weiſe ermittelte Tabelle gilt jedoch nur für eine beſtimmte Lichtart (Glühlampen).

C. Flimmerphotometrie [1], [4]. Dieſe beruht auf der Erſcheinung, daß bei raſch wechſelnder, ungleich ſtarker Beleuchtung des Photometerſchirmes im Auge die Empfindung des Flimmerns entſteht. Das Flimmern kann zum Verſchwinden gebracht werden, indem man den wechſelnden Lichtwirkungen gleiche Intenſität gibt. Derartige Photometer eignen ſich auch zur Vergleichung verſchiedengefärbter Lichtquellen, da in dieſem Falle das Auge die Empfindung einer einheitlichen Miſchfarbe erhält, in der jedoch das Flimmern bei verſchiedener Intenſität der Beleuchtung fortdauert. Rood nimmt das Verſchwinden des Flimmerns als Kriterium der Gleichheit der Beleuchtung auch im letzteren Falle an. Die mit Hilfe des Flimmerphotometers gemeſſenen Helligkeiten der verſchiedenen Spektralgebiete einer Normallichtquelle im Vergleiche zum weißen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tageslicht heißen Flimmeräquivalenzen. Der Nachteil dieſes Photometers beſteht darin, daß einerſeits bei zu geringer Wechſelgeſchwindigkeit das Flimmern überhaupt nicht aufhört, ſondern nur ein Minimum erreicht, anderſeits bei zu großer Geſchwindigkeit das Flimmern innerhalb großer Beleuchtungsunterſchiede verſchwindet. Solche Photometer wurden von Whitman, Rood, Krüß, Bechſtein, Simance und Abady konſtruiert; das kompendiöſeſte und einfachſte iſt das von Krüß angegebene. Dasſelbe beſteht der Hauptſache nach aus einem diffus reflektierenden Körper, welcher aus gegeneinander geneigten Flächen (ſ. Fig. 8) zuſammengeſetzt iſt. Verſetzt man denſelben in Drehung, ſo wird abwechſelnd das Licht der rechts und links gelegenen Lichtquelle ins Auge reflektiert werden, welches in einer zur Drehachſe des Körpers ſenkrechten Ebene durch ein Fernrohr auf den Körper blickt.

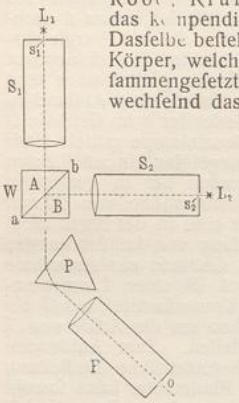


Fig. 9.

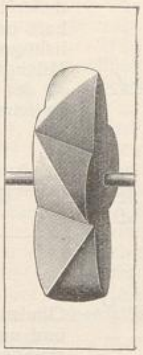


Fig. 8.

Die **Spektralphotometrie** [1], [4] befaßt ſich mit der Meſſung der Lichtſtärke der einzelnen Spektralgebiete einer Lichtquelle. Die Photometer ſind derart eingerichtet, daß von der zu unterſuchenden und der Normallichtquelle Spektra erzeugt werden, derart, daß die gleichfarbigen Beſtandteile in einer für die Vergleichung geeigneten Weiſe nebeneinander fallen. Das Spektralphotometer von Lummer und Brodhun (Fig. 9) beſteht aus den Kollimatorrohren S_1 und S_2, dem Photometerwürfel W, dem Prisma P und dem Fernrohr F. Die vom Spalt s_1 ausgehenden Lichtſtrahlen durchlaufen W, das Prisma P und erzeugen in der Brennebene von F das Spektrum von L_1, während die Strahlen vom Spalt s_2 an der Fläche $a\,b$ total reflektiert werden und ein mit dem Spektrum von L_1 zuſammenfallendes Spektrum von L_2 geben. Das Auge ſtellt auf die Fläche $a\,b$ ein und ſieht die Spektra übereinander, indem nach Art des Kontraſtwürfels an der Hypotenuſenfläche des Prismas A horizontale Streifen abgeſchliffen ſind, ſo daß abwechſelnd reflektierende und durchläſſige Stellen entſtehen. Spektralphotometer wurden konſtruiert von Vierordt, Glan, König, Hagen und Rubens.

Die **optiſche Pyrometrie** [1], [2] (ſ. Pyrometer) beruht auf der Tatſache, daß die Lichtſtrahlung eines glühenden Körpers mit ſteigender Temperatur ſtark anwächſt, und zwar im kurzwelligen Teil des Spektrums ſchneller als im langwelligen (Strahlungsgeſetz). Die Temperaturmeſſung erfolgt durch eine photometriſche Meſſung. 1. Pyrometer von Wanner. Dies iſt ein modifiziertes Spektralphotometer nach König. Als Vergleichslampe dient eine 6-Volt-Lampe; gemeſſen wird bei 0,656 μ der roten Waſſerſtofflinie. Lichtſchwächung erfolgt durch Nicol-, Rauchgläſer oder rotierende Sektoren (über 1800°); unter 1200° iſt der Lichtverluſt durch Polariſation zu groß. 2. Pyrometer von Holborn und Kurlbaum. Hier wird durch ein Fernrohr ein Bild der glühenden Fläche erzeugt, das mit dem Bügel einer 4-Volt-Lampe zuſammenfällt. Ein rotes Glas wird vorgeſchaltet. Der Lampenſtrom wird reguliert, bis die Spitze des Bügels in der Fläche verſchwindet. Am Ampèremeter läßt ſich direkt die Temperatur ableſen. Das Pyrometer iſt von 900° an aufwärts verwendbar.

Beſtimmung von mittleren Lichtſtärken. Handelt es ſich um Beſtimmung der Lichtintenſität von Lichtquellen, deren Lichtemiſſion nach verſchiedenen Richtungen verſchieden iſt, ſo gibt man gewöhnlich die mittlere räumliche, ſphäriſche Lichtſtärke J_s an, d. i. jene nach allen Richtungen konſtante Lichtintenſität, welche die Lichtquelle haben müßte, damit der in den räumlichen Winkel 4π ausgeſendete Lichtſtrom Φ_s gleich dem wirklich ausgeſendeten iſt. Es beſteht die Beziehung $J_s = \Phi_s : 4\pi$. Unter der oberen oder unteren hemiſphäriſchen Lichtſtärke ($J_{s,o}$, $J_{s,u}$) verſteht man den Mittelwert der Lichtſtärken in allen Richtungen oberhalb bezw. unterhalb der durch die Lampenmitte gehenden Horizontalebene. $J_{s,u} = \Phi_u : 2\pi$, $J_{s,o} = \Phi_o : 2\pi$. Die mittlere Lichtſtärke läßt ſich ſowohl rechneriſch als auch graphiſch aus einer größeren Zahl von Meſſungen in verſchiedenen Richtungen ermitteln. Hierzu verwendet man entweder die Neigung des Photometerſchirmes (Dibdin, Elſter), einen drehbaren Spiegel (Hefner-Alteneck, Perry, Ayrton, Krüß) oder auch Syſteme von mehreren drehbaren Spiegeln (Brodhun, Matthiews, Sharp, Krüß). Vereinfacht werden die Meſſungen durch die Lichtintegratoren, oder Integralphotometer, bei welchen eine einzige Meſſung genügt (Lumenmeter von Blondel, Kugelphotometer von Ulbricht, Integralphotometer von Matthiews). Als die zweckmäßigſte und einfachſte Vorrichtung möge das Kugelphotometer von Ulbricht [6] (Fig. 10) beſchrieben werden. Eine mattierte Milchglasglocke iſt bis auf eine kleine ſeitliche Fläche F innen mit einem weißen mattgeſchliffenen Ueberzug aus Kreide und Waſſerglas verſehen und außen mit einer Blechhülle, die ebenfalls F freiläßt, umgeben. Oben wird bei L die Lichtquelle eingeführt, B iſt eine Blende, welche die das Fenſter F direkt treffenden Strahlen von L abhält. D iſt eine Blende, P der Photometerkopf, L_n die Normallampe. Die Oeffnung F wird nur von indirektem Licht getroffen, und iſt die Helligkeit der Fläche ſenkrecht zu F proportional J, alſo $J_s = C\,J$. C iſt eine Konſtante, welche von der Lichtdurchläſſigkeit der Kugel und von den reflektierenden Eigenſchaften des Anſtriches und der Armatur abhängt. Die Ermittlung von C erfolgt empiriſch mit Hilfe einer Glühlampe von bekannter mittlerer ſphäriſcher Helligkeit. Soll mit Hilfe dieſer Kugel die

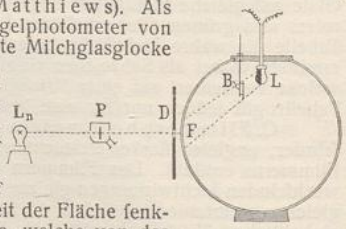


Fig. 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mittlere hemiſphäriſche Helligkeit beſtimmt werden, ſo wird die obere oder untere Halbkugel geſchwärzt. Der ſtörende Einfluß der Armatur iſt um ſo geringer, je kleiner ihre Oberfläche im Verhältnis zur Oberfläche der Kugel iſt. Man ſtellt daher große Kugeln her (bis 2 m Durchmeſſer).

Vorſchriften für die Lichtmeſſung an Bogen- und Glühlampen [5]. Während bei Glühlampen wegen der nach allen Richtungen ziemlich gleichmäßigen Lichtemiſſion von der Angabe der ſphäriſchen Lichtſtärke im allgemeinen abgeſehen werden kann, iſt das bei den Bogenlampen nicht tunlich, da die Werte der horizontalen, maximalen, ſphäriſchen und hemiſphäriſchen Helligkeit ſehr ſtark voneinander verſchieden ſind. Der Verband deutſcher Elektrotechniker hat daher 1907 Vorſchriften für die Photometrie von Bogenlampen herausgegeben [5]. Die wichtigſten Beſtimmungen ſind folgende: Zum Zwecke der Photometrierung ſind in die Lampe Kohlen von vorgeſchriebenen Durchmeſſern und Marken mit einer Länge, welche der halben Brenndauer der Lampe entſpricht, einzuſetzen. Die Lampe muß vor der Meſſung 1 Stunde lang normal gebrannt haben. Die Beſtimmung der unteren hemiſphäriſchen Lichtſtärke (als Zeichen hierfür wurde $I_{\cup}$ feſtgelegt und als Maßeinheit $HK_{\cup}$) erfolgt durch Auswertung der mittleren Polarkurve oder mit Hilfe der Ulbrichtſchen Kugel, welche einen Durchmeſſer von mindeſtens 1,5 m haben muß. Bei Aufnahme der Polarkurve ſollen in der Meßebene auf beiden Seiten der Lampe je eine Meſſung unter gleichen Winkeln gleichzeitig gemacht werden und der Winkel immer um 10° fortſchreiten. Bei übereinander geſtellten Kohlen muß die Meßebene durch die Kohlenachſe gehen, bei gegeneinander geneigten Kohlen ſind zwei Meßebenen anzunehmen, deren eine durch die Achſe der Kohlen beſtimmt iſt und deren andre darauf ſenkrecht ſteht und durch die vertikale Achſe der Bogenlampe geht. Für die Lichtmeſſung von elektriſchen Glühlampen hat derſelbe Verein im Jahre 1891 folgende Normen erlaſſen, die im folgenden kurz wiedergegeben ſind. Unter Leuchtkraft wird die mittlere Leuchtkraft in der zur Lampenachſe ſenkrechten Ebene verſtanden. Sie wird beſtimmt mit Hilfe der nebenſtehend ſkizzierten Anordnung (Fig. 11). Es bedeutet *a b* eine gerade Photometerbank von 2,5 m Länge, *A* den Photometerkopf, *B* eine Hilfslichtquelle (Vergleichslichtquelle), *C* die zu meſſende Lampe bezw. die Normallampe, *D* einen Winkelſpiegel (120°). *A* und *B* laſſen ſich miteinander feſt verbinden, ſo daß ſie gemeinſchaftlich der Lampe *C* genähert oder von ihr entfernt werden können. Die Entfernung zwiſchen *A* und *B* beträgt 60 cm und muß um 6 cm nach jeder Seite verſtellbar ſein. Die Achſe der Lampe *C* ſoll vertikal ſtehen. Die Teilung der Bank geſtattet direkte Ableſung in Kerzen. Mittels ſchwarzer Samtſchirme iſt falſches Licht abzublenden. Als Normale dienen Glühlampen von 3,5—4,5 Watt/HK, welche ungefähr dieſelbe Spannung und genau dieſelbe Lichtſtärke beſitzen, welche die zu meſſenden Lampen haben ſollen. Als Vergleichslampe dienen nur fehlerloſe Glühlampen von 10 HK und ungefähr derſelben Spannung, welche für die zu meſſenden Lampen beſtimmt iſt. Dieſe Lampe ſoll vor Benutzung 20—30 Stunden brennen, um die bei neuen Lampen auftretenden Aenderungen in der Lichtſtärke zu vermeiden. Die Meſſung geſchieht in folgender Weiſe. Zunächſt erhält die Vergleichslampe *B* mit Hilfe von W_1 die richtige Spannung, welche am Voltmeter *H* abgeleſen werden kann. Dann wird bei *C* die Normallampe aufgeſetzt und mit Hilfe von W_2 und des Voltmeters *S* auf die richtige Spannung einreguliert. Hierauf wird *A* auf die der Lichtſtärke der Normale entſprechende Entfernung eingeſtellt und durch Veränderung der Entfernung *A B* eine photometriſche Einſtellung ausgeführt. Dann werden *A* und *B* feſt verbunden. Nun wird an Stelle der Normale die zu meſſende Lampe geſtellt und mit Hilfe von W_2 und *S* auf die entſprechende Spannung eingeſtellt, dann wird durch Verſchieben von *A B* eine Meſſung ausgeführt. Wichtig iſt, daß nur mit Akkumulatorenſtrom gearbeitet wird. Bei Metallfadenlampen iſt wegen der verſchiedenen Form der Glühfäden die Winkelſpiegelmethode zu ungenau. Hier müſſen rotierende Spiegel oder Integralphotometer verwendet werden.

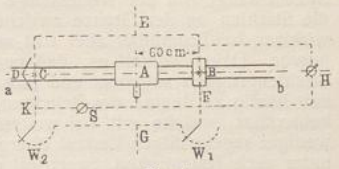


Fig. 11.

Photometerzimmer. Die photometriſchen Meſſungen finden gewöhnlich in eignen Räumen ſtatt, welche zur Vermeidung ſtörenden reflektierten Lichtes mattſchwarz geſtrichen ſind und vollkommen abdunkelbar ſein müſſen. Doch kann man ſich auch durch geeignete Anordnung von Abblendſchirmen aus ſchwarzem Samt, welche zwiſchen Lichtquelle und Photometerſchirm aufgeſtellt werden, von falſchem Lichte befreien. Die photometriſchen Apparate und die Haltevorrichtungen für die Lichtquellen ſind auf der mit Maßeinteilung verſehenen Photometerbank verſchiebbar angeordnet. Zur Photometrie der Bogenlampen ſind häufig Maſte zum Hochziehen der Lampen vorgeſehen, um unter verſchiedenen Raumwinkeln meſſen zu können. Von der deutſchen Lichtmeßkommiſſion wurde eine Vorſchrift für Photometerräume bekanntgegeben [1].

Literatur: [1] Liebenthal, Emil, Praktiſche Photometrie, Braunſchweig 1907; Brodhun, E., Photometrie, in Winkelmanns Handbuch der Phyſik, 2. Aufl., Bd. 6, 2. Hälfte, Leipzig 1906; Schaum, Karl, Handbuch der angewandten phyſikaliſchen Chemie, Bd. 9 (herausgegeben von G. Bredig), Photochemie und Photographie, 1. Teil, Leipzig 1908. — [2] Lummer, Otto, Die Ziele der Leuchttechnik, München und Berlin 1908; Stine, Wilburn M., Photometrical measurements and manual for the general practice of photometry with especial reference to the photometry of arc and incandescent lamps, New York 1900. — [3] Photometer nach Leonhard Weber, Berlin 1900. — [4] Krüß, Hugo, Das Kompenſationsphotometer, Journ. f. Gasbeleucht. 1885, S. 685; Die elektrotechniſche Photometrie, Wien 1886; Die Methoden der Photometrie, Journal f. Gasbeleuchtung 1886, Bd. 29, S. 100; Das Miſchungsphotometer nach W. Groſſe, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1888, Bd. 7, S. 347; Photometrie in Muspratts Handbuch der techniſchen Chemie 1894, Bd. 5, S. 643; Das Lumenmeter von A. Blondel, Journal f. Gasbeleuchtung 1895,

Bd. 38, S. 516; Bericht über die Arbeiten der Lichtmeßkommiſſion des Deutſchen Vereines von Gas- und Waſſerfachmännern, München 1897; Spektrophotometer mit Lummer-Brodhunſchem Prismenpaar, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1898, Bd. 18, S. 12; Vorſchriften für das Photometrieren des Leuchtgaſes, Journal f. Gasbeleuchtung 1898, Bd. 41, S. 828; Apparate zur Beſtimmung der Flächenhelligkeit, ebend. 1902, Bd. 45, S. 735; Das Flimmerphotometer und die Meſſung verſchiedenfarbigen Lichtes, ebend. 1904, Bd. 47, S. 129; Beleuchtungsmeſſer, ebend. 1904, Bd. 47, S. 917; Zur Flimmerphotometrie, ebend. 1906, Bd. 49, S. 512. — [5] Veröffentlichungen des Verbandes deutſcher Elektrotechniker, Nr. 12 u. 13, Berlin. — [6] Ulbricht, Elektrotechn. Ztg. 1900, Bd. 21, S. 595; 1905, Bd. 26, S. 512; 1906, Bd. 27, S. 50 u. 803; Bloch, ebend. 1905, Bd. 26, S. 1047 u. 1074; Corſepius 1906, Bd. 27, S. 468; Monaſch, ebend. 1906, Bd. 27, S. 669, 695 u. 803; Brodhun, Zeitſchr. f. Inſtrum. 1906, Bd. 26, S. 316. *P. v. Schrott.*

II. Chemiſche Photometer (chemiſche Aktinometer).

Unter chemiſcher Photometrie verſteht man die Meſſung der Lichtintenſität mittels der Größe des chemiſchen Umſatzes, welchen das Licht während einer gegebenen Zeit in lichtempfindlichen Subſtanzen bewirkt. Man bezeichnet zwei Lichtquellen als „photochemiſch gleich hell", wenn ſie auf denſelben lichtempfindlichen Stoffen und unter ſonſt gleichen Umſtänden denſelben Effekt (z. B. den gleichen Grad der Schwärzung des Chlorſilbers) herbeizuführen vermögen. Je intenſiver das Licht, um ſo größer iſt die in gleichen Zeiten herbeigeführte chemiſche Wirkung. Die Wirkung der Lichtſtrahlen auf ein beſtimmtes lichtempfindliches chemiſches Syſtem hängt von der Wellenlänge der Strahlen ab, z. B. ſind auf Chlorſilberpapier am ſtärkſten die Strahlen an der Grenze zwiſchen Violett und Ultraviolett und im brechbareren Ultraviolett wirkſam, bei Bromſilber aber tritt auch die Wirkung des blauen und violetten Lichtes ſehr ſtark hervor. Daher kommt es, daß verſchiedene chemiſche Photometer nur die Intenſität gewiſſer Strahlengruppen angeben und ihre Angaben unter ſich ſchwer vergleichbar ſind. Auch macht ſich häufig zu Beginn des Belichtungsprozeſſes eine gewiſſe Trägheit (photochemiſche Induktion) bemerkbar, welche erſt bei weiterer Belichtung überwunden wird und in einen mehr oder weniger regelmäßigen Verlauf übergeht. Temperatur, Konzentration, Zerſetzungsprodukte, mitunter auch Feuchtigkeit, Sauerſtoff u. ſ. w. beeinfluſſen den Verlauf der Lichtreaktion [1].

Die Angaben der chemiſchen Photometer können mit denen der optiſchen Photometrie nur dann verglichen werden, wenn erſtere genau in derſelben Art auf Licht reagieren würden wie die Netzhaut des menſchlichen Auges (Maximalwirkung in Orange, Gelb und Grün); ſolche Photometer, die dieſen Anforderungen ſtreng genügen, exiſtieren nicht. Die meiſten chemiſchen Photometer zeigen beſonders die Intenſität der kurzwelligen Lichtſtrahlen an. Als Normallichtquelle benutzt man die in der optiſchen Photometrie gebräuchliche Amylacetatlampe (ſ. Photometrie, optiſche, S. 123, und [11]).

Die Relation zwiſchen chemiſcher Helligkeit und optiſcher Helligkeit nennt man „relative Aktinität". Sie wurde von Eder für verſchiedene Normallichtquellen beſtimmt. (Sitzungsber. der k. k. Akademie der Wiſſenſch., Wien 1901, Bd. 110, Abt. IIa, S. 1103.)

1. Normalfarbenphotometer. Man beſtimmt die Zeit, innerhalb welcher ein Chlorſilberpapier einen beſtimmten Grad der Schwärzung (Graufärbung) angenommen hat. Als „Normalgrau" benutzen Bunſen und Roscoe ein Gemiſch von 1000 Teilen Zinkoxyd und 1 Teil Ruß. Man nimmt an, daß gleiche Produkte von Lichtintenſität und Belichtungsdauer gleichen Schwärzungen entſprechen; jedoch iſt dieſer Satz nur in engen Grenzen gültig. Als haltbares Normalpapier empfiehlt Eder Bromſilberpapier mit Kaliumnitrit. Um die Empfindlichkeit von Bromſilberpapier für Rot und Gelb zu erhöhen, tränkt Andreſen dasſelbe mit Rhodamin (Andreſen, Photogr. Korreſp. 1898, S. 502; Eder, Handb. d. Phot., Bd. 3, 5. Aufl., 1903, S. 764).

Die Vergleichung der grau gefärbten Silberpapiere mit dem Normalgrau wird durch Anwendung von monochromem Natriumlicht (Soda auf einem Platinring in einer Bunſenflamme) erleichtert. Normalfarbenphotometer wendeten Bunſen und Roscoe, Wiesner u. a. zu wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen an; ſie finden auch in der praktiſchen Photographie Verwendung.

2. Skalenphotometer. Legt man Streifen von Seidenpapier oder andre durchſcheinende Schichten ſtufenförmig übereinander, ſo wird das durchfallende Licht in einer geometriſchen Progreſſion mit ſteigender Schichtenzahl geſchwächt. Druckt man auf eine ſolche Skala ſchwarze (undurchſichtige) Ziffern, ſo kann man erkennen, bis zu welcher Schichtendicke das Licht in einer gegebenen Zeit noch photographiſche Papiere u. ſ. w. ſchwärzen kann; da die Transparenz der Skala bekannt iſt, ſo kann man die Intenſität des wirkenden Lichtes ziffernmäßig beſtimmen. Man nimmt weiße Seidenpapierſkalen, opake Celluloidfolien oder dergl., deren Licht abſorption pro Schicht beſtimmt werden muß. Als lichtempfindliches Papier benutzt man Chlorſilber-, Chromat-, Eiſenſalz-(Cyanotyp-)papier oder Papier mit andern photographiſchen Schichten und kontrolliert damit den Verlauf des Kopierprozeſſes z. B. beim Pigmentdruck (ſ. d.); es empfiehlt ſich, das Skalenphotometer mit derſelben ſenſibeln Subſtanz zu beſchicken, die man in dem zu kontrollierenden Kopierprozeſſe benutzt. Derartige Skalenphotometer geſtatten die bequeme, aber nicht ſehr genaue Vergleichung der photographiſchen Wirkung verſchiedener photographiſcher Lichtquellen. Hierher gehören auch Röhrenphotometer. Man verſchließt Röhren an einem Ende mit verſchiedenen Diaphragmen, bringt am anderen Ende die photographiſche Schicht an und belichtet bei diffuſem Licht (beleuchtetem Zeichenpapier, Gipsflächen u. ſ. w. oder zerſtreut das Licht durch vorgeſchaltete Mattgläſer). Roscoe, H. W. Vogel, J. M. Eder u. a. führten dieſe Konſtruktionen weiter aus; letztere beſonders für Zwecke der Dreifarbenphotographie [11] und zur Senſitometrie (ſ. d.). — Eine andre Art der Skalenphotometer beſteht in der Verwendung rotierender, entſprechend ausgeſchnittener Scheiben,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche das einfallende Licht dem Oeffnungswinkel der Scheibe entsprechend abstufen. Diese Form dient besonders zur Empfindlichkeitsmessung photographischer Platten (s. Sensitometrie).

3. Photometer mit lichtempfindlichen Gasen. Zu den rein chemischen Photometern gehört das Chlorknallgasphotometer von Bunsen und Roscoe. Es beruht auf der durch Licht herbeigeführten Vereinigung von Chlor und Wasserstoff zu Chlorwasserstoff ($Cl_2 + H_2 = 2\,HCl$), welches durch Wasser absorbiert wird; zunehmende Belichtung vermindert demzufolge bei entsprechender Versuchsanordnung das Volumen des belichteten Gases. Bei zu intensiver Lichtwirkung explodiert das Gasgemisch. Aehnlich verhält sich ein Gemisch von Kohlenoxyd und Chlorgas ($CO + Cl_2 = COCl_2$), was besonders Wilderman studierte. Derartige Gasphotometer sind genau, aber zur praktischen Verwendung zu schwierig zu behandeln.

4. Flüssigkeitsphotometer. Vielfach angewendet wird Eders Quecksilberoxalataktinometer. Konzentrierte Lösungen von Queckslberchlorid und Ammoniumoxalat bleiben im Dunkeln klar, lassen aber beim Belichten einen weißen Niederschlag von Queckslberchlorür fallen [$2\,HgCl_2 + C_2O_4(NH_4)_2 = Hg_2Cl_2 + 2\,CO_2 + 2\,NH_4Cl$]. Der Niederschlag wird gewogen oder volumetrisch bestimmt. Sauerstoffzutritt verlangsamt den Prozeß, Luftabschluß beschleunigt die Reaktion. Wirksam ist insbesondere ultraviolettes Licht. Auch mit Chlorwasser ([2], Witwer), dann mit einer Lösung von Ferrioxalat $Fe_2(C_2O_4)_3 = 2\,FeC_2O_4 + 2\,CO_2$ oder einem Gemisch von Ferrichlorid und Oxalsäure ($Fe_2Cl_6 + C_2O_4H_2 = 2\,FeCl_2 + 2\,HCl + 2\,CO_2$) (Marchand) lassen sich chemische Photometer herstellen, ebenso mit wässeriger Lösung von Oxalsäure, welche ziemlich träg im Lichte unter Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung ($C_2O_4H_2 + O = 2\,CO_2 + H_2O$) zersetzt wird (Ferrisalze wirken als Beschleuniger); oder wässerige Jodwasserstoffsäure oder angesäuerte Lösungen von Jodiden, welche im Licht Jod ausscheiden ($2\,JH + O = H_2O + J_2$), das chemisch-titrimetrisch bestimmt werden kann. Besonders wirkt blaues Licht (Leeds 1879, Plotkinow 1907).

5. Elektrochemische Photometer. Sie beruhen auf der Entstehung photoelektrischer Ströme. Werden z. B. metallische Silberplatten mit Chlorsilberschichten dünn überzogen, in verdünnte Schwefelsäure getaucht und eine der Silberplatten belichtet, so fließt ein elektrischer Strom von der belichteten zur unbelichteten Elektrode; die Stromstärke wird gemessen. Diese von Becquerel (1839) erfundene photoelektrische Aktinometrie, bei welcher auch die optisch hellen Strahlen wirken, wurde vielfach studiert und ihre Kenntnis erweitert; bei solchen photogalvanischen Elementen wird der belichtete Pol — je nach der Art der sensiblen Substanz, der Natur der Elektrolyten — bald zur Anode, bald zur Kathode. Nicht nur bei Silber, sondern auch bei Kupfer treten diese Erscheinungen auf. (Photogalvanische Ketten s. insbesondere Wilderman, Zeitschr. f. phys. Chem. 1905, Bd. 52, S. 208 ff.) Ein andres System von lichtelektrischen Aktinometern beruht auf der Eigenschaft elektrisch negativ geladener Metalle, sich beim Belichten (besonders mit kurzwelligem Licht) zu entladen. Zink, besonders Alkalimetalle, sind sehr lichtempfindlich.

6. Selenphotometer. Gewisse Modifikationen des Selens vermindern ihren elektrischen Leitwiderstand beim Beleuchten. Die Gesetze dieser Widerstandsänderung sind aber sehr komplizierte, daß sich derzeit exakte Methoden der Photometrie hiermit kaum erzielen lassen [14].

Die chemische Aktinometrie ist wichtig zum Studium der in der Photographie verwendeten Beleuchtungsmethoden, zur Bestimmung der chemischen Wirksamkeit verschiedener Strahlengattungen und der Lichtquellen, zur Untersuchung der Lichtabsorption und in allen Fällen, in welchen der Verlauf photochemischer Reaktionen quantitativ zu verfolgen ist.

Literatur: [1] Eder, Photochemie, Bd. 1, 3. Aufl. 1906, 2. Teil. — [2] Derf., Ausführl. Handbuch d. Photograph., Bd. 1, 1. Teil 1891, S. 352. — [3] Eders Jahrb. d. Photogr. — [4] Wilderman, Einwirkung von Kohlenoxyd und Chlor, Zeitschr. f. phys. Chemie 1902, Bd. 41, S. 87. — [5] Bunsen und Roscoe, Photochemische Untersuchungen (Neudruck Leipzig 1892). — [6] Wiesner, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas (Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch., Wien, Math.-naturw. Klasse 1898—1906). — [7] Wingen, Zur Frage der Grenze für ausreichende Tagesbeleuchtung von Schülerplätzen, Berlin 1901. — [8] Andresen, Zur Aktinometrie des Sonnenlichtes, Photograph. Korresp. 1898, S. 502. — [9] Eders Handb. d. Photograph. 1903, Bd. 3, 5. Aufl., S. 764. — [10] Herstellung von Normalpapieren mit Chromat sowie Bromsilber und Nitrit nach Eder, s. Kißling, Beiträge zur Kenntnis des Einflusses der chem. Lichtintensität auf die Vegetation, Halle 1895. — [11] Eder, J. M., und Valenta, E., Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, Wien 1904, 2. Abt., S. 27. — [12] Siemens, Selenphotometer, Annalen der Physik, Bd. 156, 159. — [13] Liesegang, Wirkung des Lichtes auf Selen, Düsseldorf 1899. — [14] Ruhmer, Das Selen, Berlin 1902. — [15] Schrott, Sitzungsber. der k. k. Akademie d. Wissenschaften, Wien, Bd. 115, Abt. IIa, Juli 1906. — [16] Plotnikow, Jodkaliumphotometer, Zeitschr. f. physikalische Chemie 1907, Bd. 58, S. 214. — [17] Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Leipzig 1903. *J. M. Eder.*

Photonaphtil, Handelsname für ein gereinigtes Petroleum (s. d.).

Photophon, ein von Bell und Tainter im Jahr 1880 erfundener Apparat zur Fortpflanzung von Schall erzeugenden Lichtstrahlen.

Der Hauptteil ist die Selenzelle, eine zwei Leitungsdrähte verbindende dünne Schicht von kristallinischem Selen [1], [2], deren Widerstand für elektrische Ströme durch Belichtung sich vermindert. Die im Fokus eines Konkavspiegels angebrachte Selenzelle ist mit einer Batterie und einem Telephon zum Stromkreis geschlossen. Das Telephon bildet den Zeichenempfänger, während als Zeichengeber ein Mundstück dient, dessen beim Sprechen schwingende Membran einen Spiegel trägt, der die Strahlen eines darauf konzentrierten Lichtbündels reflektiert. Allen Oscillationen des reflektierten Strahlenbündels, das in der Ferne (bis zu 200 m) vom Konkavspiegel zur Selenzelle geleitet wird, entsprechen Schwankungen des Selenwiderstands und des das Telephon erregenden Stroms. Auch der elektrische Lichtbogen ist tonempfindlich und kann

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſowohl zur Umwandlung von Stromſchwankungen eines Telephons in Tonſchwingungen als umgekehrt verwendet werden. Simon entdeckte die erſtere Eigenſchaft, als er 1898 beobachtete, daß ein Lichtbogen, deſſen Stromleitung in der Nähe eines Induktoriums vorüberging, das Knattern des letzteren wiedergab [3].

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Phyſikal. Technik, Braunſchweig 1895, Bd. 2, S. 623. — [2] Reis, Lehrbuch der Phyſik, 8. Aufl., Leipzig 1893, S. 755. — [3] Simon, H. Th., Tönende Flammen und Flammentelephonie, Elektrotechn. Zeitſchr. 1901, 22, S. 510. *A. Schmidt.*

Photoplaſtik (Photoſkulptur), Verfahren, Hochreliefs oder Skulpturen mit Hilfe der Photographie zu erzeugen.

Die Herſtellung eines Hochreliefs unmittelbar auf rein photographiſchem Wege kann mit Hilfe dicker Chromatleimſchichten erfolgen (ſ. Chromatphotographie). Für die durch Bildhauerei aus hartem Material zu erzeugenden Skulpturen oder aus ſpäter erhärtendem Material darzuſtellenden Plaſtiken kann aber gleichfalls die Photographie als Hilfsmittel herangezogen werden. Die Methode von Villème in Paris (1861) beſteht darin, daß vom Objekt eine ſehr große Anzahl von photographiſchen Aufnahmen, und zwar von verſchiedenen, paſſend gewählten Standpunkten aus, gemacht werden. Die ſich ergebenden Dimenſionen werden mittels Punktierens auf den Modellierblock übertragen. Das Verfahren wurde ſpäter durch Pötſchke (1891) und Selke (1897) in Berlin verbeſſert. — Die mittels Chromatleims erzeugten Hochreliefs werden zumeiſt durch Abformung mit Gips u. ſ. w. oder durch galvanoplaſtiſches Kopieren in metallene Photoplaſtiken umgewandelt. Vgl. a. Eders Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik, Halle a. S. 1893, 1897, 1900, 1901, 1902 und 1906 *A. W. Unger.*

Phototachymetrie, ſ. Photogrammetrie.

Phototypie, Synonym für Lichtdruck (ſ. d.), zumeiſt aber das Verfahren, auf photomechaniſchem Wege nach Strichbildern (vgl. Klifchee) Klifchees für die Buchdruckpreſſe herzuſtellen.

Nach dem „Original“ wird zunächſt ein photographiſches Negativ bei zweckmäßiger Verkleinerung hergeſtellt. Man benutzt hierbei faſt ausſchließlich das ſogenannte „naſſe“ Verfahren mit Jodſilberkollodium (ſ. Photographie), weil auf beſondere Schärfe und Klarheit des Negativs hier weſentlich geachtet werden muß. Auch kommt die Eigentümlichkeit des phyſikaliſch entwickelten Kollodiumnegativs, daß das Bild über dem Schichtniveau aufgebaut iſt, in dieſem Falle ſehr zuſtatten. Da in der Regel das Negativ unmittelbar auf die Metallplatte, welche die ſpätere Druckform ergeben ſoll, kopiert wird, muß durch Verwendung eines Umkehrprismas oder Spiegels ein „verkehrtes“ (links und rechts richtig zeigendes) Negativ hergeſtellt oder die Negativhaut vom Glaſe abgezogen werden (dies geſchieht z. B. durch Einritzen des trockenen Kollodiumnegativs an den Rändern, Aufgießen eines Gemenges von Gelatine 20, Waſſer 130, Glyzerin 3, Eiſeſſig 1, Trocknen und Abziehen). Zumeiſt benutzt man Zinkplatten; nur für ſehr hohe Auflagen oder für den Druck auf hartem Papier u. dergl. kommt Meſſing oder Kupfer zur Anwendung. Die ſorgfältig mit Waſſer und Kreide- (auch feinſtem Schmirgel-)pulver gereinigte, eventuell mit Alaunlöſung (kalt geſättigt, 20), Waſſer (100) und Salpeterſäure (1,2—2) angerauhte Zinkplatte wird mit einer Chromateiweißlöſung (im Handel erhältliches trockenes Albumin, 1 : 6 in lauwarmem Waſſer gelöſt oder zu Schnee geſchlagenes, über Nacht abſetzen gelaſſenes Hühnereiweiß wird zu gleichen Teilen mit folgender Chromatlöſung vermiſcht: Waſſer 60, Ammoniumbichromat 3, Alkohol 9, Ammoniak bis zur Gelbfärbung) überſchichtet, auf dem Schleuderapparat getrocknet und unter dem Negativ belichtet. Die Entwicklung des ätzfähigen Bildes kann in zweierlei Art vorgenommen werden. 1. Unter Anwendung einer Harzlöſung. Man übergießt die Eiweißkopie mit einer aus Chloroform (380 Teile), Benzol (70 Teile), Alkohol (33 Teile), Maſtix (3 Teile) und Methylviolett (4 Teile) hergeſtellten Löſung und trocknet. Sodann bringt man die Platte in kaltes Waſſer und überfährt die Schicht mit einem Baumwollbauſchen. Hierdurch entfernt man die löslich gebliebenen Eiweißteile und das intenſiv violett gefärbte Bild bleibt allein zurück. Hierauf wird mit verdünnter Salpeterſäure und Gummilöſung ſchwach angeätzt und getrocknet. 2. Unter Anwendung von fetter Farbe. Dieſe Methode, die beſſer und leichter ausführbar iſt, beſteht darin, daß die Eiweißkopie mit einer beſonderen Deckfarbe (10 Teile ſyriſchen Aſphalts werden bis zum Schmelzen erhitzt, unter ſtetem Umrühren 16 Teile gelben Wachſes, 2 Teile venezianiſchen Terpentins und 40 Teile ſtrenger Buchdruckilluſtrationsſchwärze eingetragen, erkalten gelaſſen und gründlich verrieben [Tſchörner]) gleichmäßig und dünn eingewalzt, dann ins Waſſer gebracht und mit Baumwolle ſanft gerieben wird. Hierbei ſchwimmen die löslich gebliebenen Schichtteile mitſamt der Farbdecke ab. Das Bild wird nach dem Trocknen der Platte mit Harzpulver (Aſphalt, Kolophonium, Drachenblut) eingeſtaubt. Durch Erhitzen verſchmilzt das Harzpulver mit der fetten Farbe zu einer abſolut ätzfeſten Kruſte. Das Aetzen (ſ. d.) muß bei Strichklifchees in Etappen vorgenommen werden, weil ſonſt die Druckelemente von der Säure unterfreſſen werden, da bei derartigen Klifchees die Zwiſchenräume ſehr tief geätzt werden müſſen. Zu dieſem Zwecke wird die Aetzung wiederholt unterbrochen, die Platte getrocknet, neuerdings mit fetter Farbe eingewalzt, mit Harzpulver beſtäubt und durch Erwärmen bewirkt, daß das zum Schmelzen kommende Harz über die Seitenkanten der Druckkörper herunterfließt und ſo die Seitenflächen ſchützt. Man unterſcheidet eine Anätzung, die (wiederholte) Tief- oder Stufenätzung, die Rundätzung und endlich die Reinätzung. Dichte Zeichnungspartien werden frühzeitig mit Aſphaltlöſung ganz „abgedeckt“. Die Aetzung von Strichklifchees gehört zu den ſchwierigſten Manipulationen der Formenerzeugung. Vgl. a. Zinkhochätzung.

Literatur: Husnik, J., Die Zinkätzung, 3. Aufl., Wien 1906; Eder, J. M., Rezepte und Tabellen, 7. Aufl., Halle a. S. 1908. *A. W. Unger.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Photozinkographie, ſ. Preſſendruckverfahren, photographiſche.

Phthaleine, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 632.

Phthalſäure $C_8H_6O_4$, organiſche Säure, farbloſe Blättchen oder nach dem Sublimieren lange glänzende Nadeln von Phthalſäureanhydrid $C_8H_4O_3$, welche bei 120° C. ſchmelzen.

Die Säure entſteht neben Oxalſäure bei Behandlung von Naphthalin mit Salpeterſäure. Bei der Darſtellung im großen führt man zunächſt Naphthalin durch Einleiten von Chlor in Tetrachlornaphthalin über und erhitzt hierauf 6—8 Stunden lang mit der mehrfachen Menge Salpeterſäure vom ſpez. Gew. 1,3. Werden Phenole mit Phthalſäureanhydrid erhitzt, ſo entſtehen Phthaleine (vgl. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 632), welche ſich in Alkalien mit prachtvoller Farbe löſen und daraus mit Säuren unverändert fällen laſſen. *Bujard.*

Phthanit, ſ. v. w. Kieſelſchiefer (ſ. d.).

Phyllite, dünn- bis dickſchieferige, feinkriſtalline oder dichte Schichtgeſteine, die im äußeren Anſehen, im Korn und in der Zuſammenſetzung entweder dem Tonſchiefer oder einem feinkörnigen Glimmerſchiefer ähneln.

Ihrer Geſteinsnatur nach ſtehen ſie zwiſchen beiden Geſteinen, inſofern als ſie aus einem feinſpaltenden, ſchuppigen glimmerartigen Mineral beſtehen, zwiſchen deſſen Blättchen vereinzelt Körner von Quarz, Feldſpat, Chlorit u. ſ. w. liegen. Sie unterſcheiden ſich von Tonſchiefer im Aeußern meiſt durch ſtärkeren Glanz und Schimmer und dünnere Spaltbarkeit. Farben grau, grün, rot, ſchwarz, je nach Gehalt an grünem Glimmer, Chlorit, Eiſenoxyd, Kohleteilchen u. ſ. w. Verwitterung zu gelben oder grauen ſandigen Tonen oder Lehm. Ihre Verwendung erſtreckt ſich auf die Herſtellung von Platten und Tafeln, die zu Dachdeckung und Bodenbelag dienen. Feinkörnige und dichte, ſehr gleichmäßige, quarzreiche Phyllite dienen als Wetzſchiefer. Die dickbankigeren, rötlich- oder violettgrauen, magneteiſenreichen Phyllite von Recht und Vieil Salm im Hohen Venn, dann aus Thüringen, aus dem Erzgebirg u. ſ. w. werden gefägt, geſchliffen, kanneliert u. ſ. w. und zu Denkmalsplatten, Bodenbelag, Wandverkleidungen, Schleifſteinen (für feine Stahlwaren), auch wohl zu Zahltiſchen, Wandungen in Bedürfnisanſtalten u. ſ. w. gebraucht. *Leppla.*

Phyſik, urſprünglich Naturwiſſenſchaft im allgemeinen, ſodann Wiſſenſchaft von den Geſetzen der unbelebten Natur.

Im engeren Sinn unterſcheidet man von der Phyſik die Chemie (Wiſſenſchaft von den ſtofflichen Veränderungen der Körper), die Aſtronomie (ſ. d.), die Aſtrophyſik (Lehre von den chemiſch-phyſikaliſchen Zuſtänden der Himmelskörper), die Geophyſik (phyſikaliſche Erdkunde), die Meteorologie (ſ. d.) als beſondere Wiſſenſchaften, für welche die Phyſik als Hilfswiſſenſchaft dient. Auch die Mechanik (ſ. d.) wird neuerdings teilweiſe von der Phyſik im engſten Sinne geſchieden, welch letzterer ſchließlich ein Reſt naturwiſſenſchaftlicher Disziplinen verbleibt, für die ſich immer deutlicher ein gemeinſames Band einſtellt, der Aether, ſo daß ſich der Phyſik als Phyſik des Aethers (Lehre von Magnetismus und Elektrizität oder Elektrik, Lehre vom Licht oder Optik und von der Wärme, Kalorik) die Mechanik zur Seite ſtellt, die auch die Lehre vom Schall, die Akuſtik, als beſondere Anwendung der Mechanik der Wellenbewegung in ſich begreift. Nicht bloß inhaltlich zerfällt die Phyſik in die genannten Einzeldisziplinen, ſondern auch methodiſch ſpaltet ſie ſich in die Experimentalphyſik und in die theoretiſche oder mathematiſche Phyſik. Die erſtere ſammelt die Tatſachen der Erfahrung, durch welche die vermuteten Geſetze (Hypotheſen) beſtätigt, widerlegt oder berichtigt werden können. Die letztere geht von möglichſt wenigen mathematiſch formulierten Hypotheſen aus und leitet durch mathematiſche Analyſe die Konſequenzen der Hypotheſen ab, die ſich mit der Erfahrung und dem Experiment decken müſſen, ſoweit die Abſtraktionen von Nebenumſtänden und die Vernachläſſigungen bei den Näherungsrechnungen nicht eine Inkongruenz von Theorie und Tatſachen bedingen. Die Geſchichte der Phyſik iſt in [1]—[5] nachzuſehen. Unter [6]—[33] heben wir die wichtigſten, dem Fortſchritt der Phyſik dienenden periodiſchen Schriften, unter [34]—[50] die bedeutendſten Kompendien und Lehrbücher hervor; die Werke [51]—[56] dienen der phyſikaliſchen Praxis.

Literatur: [1] Whewell, Geſchichte der induktiven Wiſſenſchaften, 3 Bde., deutſch von Littrow, Stuttgart 1840. — [2] Poggendorff, Biographiſch-literariſches Handwörterbuch zur Geſchichte der exakten Wiſſenſchaften, 2 Bde., Leipzig 1863; Derſ., poſthum erſchienene Vorleſungen: Geſchichte der Phyſik, Leipzig 1879. — [3] Heller, Geſchichte der Phyſik, 2 Bde., Stuttgart 1882/84. — [4] Roſenberger, Geſchichte der Phyſik, 3 Bde., Braunſchweig 1882/90. — [5] Kiſtner, A., Geſchichte der Phyſik, Samml. Göſchen 293 und 294, Leipzig 1906. — Akademieſchriften und Zeitſchriften wiſſenſchaftlicher Inſtitute: In Deutſchland [6] Berlin, Kgl. Akademie der Wiſſenſch., fortlaufende Veröffentlichungen ſeit 1811, Abhandlungen und Monatsberichte (mathem.-phyſikal. Klaſſe). — [7] München, Kgl. Akademie der Wiſſenſch., mathem.-phyſikal. Klaſſe, Abhandlungen ſeit 1829, Sitzungsberichte ſeit 1871. — [8] Göttingen, Kgl. Geſellſchaft der Wiſſenſch., Abhandlungen ſeit 1838. — [9] Leipzig, Kgl. Geſellſchaft der Wiſſenſch., Berichte über die Verhandlungen ſeit 1846, Abhandlungen mathem.-phyſikal. Klaſſe ſeit 1852. — In Oeſterreich [10] Wien, Kaiſ. Akademie der Wiſſenſch., mathem.-naturwiſſ. Klaſſe, Denkſchriften ſeit 1850, Sitzungsberichte ſeit 1848. — In Großbritannien [11] London, Philosophical Transactions of the Royal Society ſeit 1865 und Proceedings ſeit 1832. — [12] Edinburgh, Royal Society, Transactions ſeit 1788, Proceedings ſeit 1845. — [13] Cambridge Philosophical Society, Transactions ſeit 1822, Proceedings ſeit 1866. — [14] Reports of the British Association for the Advancement of Science ſeit 1833. — In Frankreich [15] Paris, Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France ſeit 1818. — [16] Paris, Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences ſeit 1835. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Italien [17] Rom, Atti della Reale Accademia dei Lincei ſeit 1847. — [18] Bologna, Memorie della Accademia della Scienza dell'Istituto di Bologna ſeit 1850. — [19] Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e lettere, memorie e rendiconti ſeit 1819 bezw. 1864. — In Belgien [20] Bulletin de l'Académie Royale ſeit 1835. — In Rußland [21] Petersburg, Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences ſeit 1860. — In Schweden [22] Stockholm, Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar ſeit 1845, Bihang ſeit 1872, Oefversigt der Akademieverhandlungen ſeit 1844. — In Nordamerika [23] Philadelphia, Proceedings of the American Philosophical Society ſeit 1840. — [24] Boſton, Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences ſeit 1846. — [25] Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution ſeit 1848. — Von den vielen Privatunternehmen periodiſcher Zeitſchriften heben wir heraus: In Frankreich [26] Die Annales de chimie et de physique ſeit 1789 und [27] Das Journal de physique théorique et appliquée, fondé par d'Almeida, ſeit 1872. — In Deutſchland [28] Die Annalen der Phyſik, begründet von Gren als Journal der Phyſik, 1799 fortgeführt als Annalen der Phyſik und Chemie von Gilbert, 1824 von Poggendorf, 1877 von Wiedemann, ſeit 1900 als Annalen der Phyſik von Drude, ſeit 1906 von Wien und Planck. — [29] Die Beiblätter zu den Annalen, herausgegeben von G. und E. Wiedemann 1877, ſeit 1891 von W. König. — [30] Phyſikaliſche Zeitſchrift von E. Riecke und H. Th. Simon ſeit 1900. — [31] Die Fortſchritte der Phyſik, herausgegeben von der Phyſikaliſchen Geſellſchaft in Berlin ſeit 1847. — In England [32] The Philosophical Magazine and Journal of Science, in London ſeit 1798. — In Nordamerika [33] The American Journal of Science and Arts, herausgegeben von Silliman. — Enzyklopädien, Kompendien und Lehrbücher: [34] Gehler, Phyſikal. Wörterbuch, neu bearbeitet von Brandes u. ſ. w., 14 Bde., Leipzig 1825/45. — [35] Karſten, Allgemeine Enzyklopädie der Phyſik 1856/69, 10 Bde. — [36] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, Breslau 1891/96, 2. Aufl., Leipzig 1906 ff. — [37] Müller-Pouillet, Lehrbuch der Phyſik und Meteorologie, 9. Aufl., von Pfaundler, 3 Bde., Braunſchweig 1886, 10. Aufl., Braunſchweig 1905. — [38] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, 5. Aufl., 4 Bde., Leipzig 1895 ff. — [39] Reis, Lehrbuch der Phyſik, 8. Aufl., Leipzig 1893. — [40] Riecke, E., Lehrbuch der Experimentalphyſik, 2 Bde., 3. Aufl., Leipzig 1905. — [41] Dreffel, L., Elementares Lehrbuch der Phyſik, 3. Aufl., Freiburg 1905. — [42] Lommel, Lehrbuch der Experimentalphyſik, 13. Aufl., Leipzig 1906. — [43] Chwolſon, O. D., Lehrbuch der Phyſik, deutſch von Pflaum, Braunſchweig 1904. — [44] Lorentz, H. A., Lehrbuch der Phyſik zum Gebrauch bei akademiſchen Vorleſungen, aus dem Holländiſchen überſetzt von Siebert, Leipzig 1906/07. — Zur Einführung in die mathematiſche Phyſik dienen: [45] v. Lang, V., Einleitung in die theoretiſche Phyſik, 2. Aufl., Braunſchweig 1891. — [46] Neumann, Einleitung in die theoretiſche Phyſik, Leipzig 1883. — [47] Kirchhoff, Vorleſungen über mathematiſche Phyſik, Leipzig 1883/94. — [48] v. Helmholtz, H., Vorleſungen über theoretiſche Phyſik, herausgegeben von König, Runge u. a., Hamburg und Leipzig 1897 bis 1907. — [49] Kunz, J., Theoretiſche Phyſik, Stuttgart 1907. — [50] Jäger, G., Theoretiſche Phyſik, 3. Aufl., Leipzig 1904. — Der phyſikaliſchen Technik und der Anleitung zu Verſuchen dienen: [51] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde, herausgegeben unter Mitwirkung der 2. Abteilung der Phyſik.-techn. Reichsanſtalt, Berlin 1881 ff. — [52] Weinhold, Phyſikal. Demonſtrationen, 4. Aufl., Leipzig 1905. — [53] Fricks Phyſikal. Technik, 7. Aufl., 2 Bde., herausgegeben von Lehmann, Braunſchweig 1905 ff. — [54] Kohlrauſch, Leitfaden der prakt. Phyſik, 7. Aufl., Leipzig 1892. — [55] Wiedemann und Ebert, Phyſikal. Praktikum, 5. Aufl., Braunſchweig 1904. — [56] Landolt und Börnſtein, Phyſikal.-chem. Tabellen, 3. Aufl., Berlin 1905. *A. Schmidt.*

Phyſik (Zinnſolution), ſ. Zinnchloride.

Phyſiotypie, ſ. Naturſelbſtdruck.

Piaſſave (Piaſſaba), ſ. Spinnfaſern.

Piaſter, Geldeinheit in der Türkei = 40 Para = etwa 0,175 *M.*; in Aegypten = 0,207 *M.*

Pichapparat (Pichmaſchine, Pichvorrichtung), auch als Faßrollmaſchine bezeichnet, dient in Bierbrauereien zur gleichmäßigen Verteilung des in das Faß eingebrachten (Brauer-)Pechs (ſ. Bd. 2, S. 250). Vgl. a. D.R.Patentſchriften, Kl. 6 f, 3. *A. Widmaier.*

Pickel (Pieke, Spitze), eine an einem Holzſtiel mittels Oeſe angebrachte eiſerne Spitze, die zum Aus- oder Abbrechen von Mauern, auch zum Löſen des Baugrundes, ganz in ähnlicher Weiſe wie die Zweiſpitze (ſ. d.), verwendet wird. *L. v. Willmann.*

Picker, ſ. v. w. Webervogel, ſ. Weberei.

Pickhammer, ſ. Beckhammer.

Picotieren (von „picot", der Spitzkeil), im Bergbau, das waſſerdichte Verſchließen von Fugen durch Eintreiben von Holzkeilen.

Piedeſtal, ſ. v. w. Poſtament (ſ. d.).

Piek eines Schiffes, der ſpitz zulaufende vorderſte oder hinterſte Teil des Schiffsraumes. — Vorpiek, Achterpiek einer Gaffel, eines Gaffelſegels, die äußere Nock der Gaffel oder des Gaffelſegels. — Piekfall, das Fall (Tau), mit welchem die Piek einer Gaffel oder eines Gaffelſegels ſteif geholt wird. *T. Schwarz.*

Pielers Alkohollampe, ſ. Geleucht, Bd. 4, S. 371, und Wetter.

Piezometer, ſ. Druckhöhe und Zuſammendrückbarkeit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Piggen, Flüſſigkeitsmaß in Kamerun für Palmöl = 10 l.

Pigmentdruck, von A. L. Poitevin (1855) erfundenes, vom Liebhaber wie induſtriell viel benutztes photographiſches Kopierverfahren, das aus einem gefärbten Leimrelief beſtehende, ein- oder mehrfarbige Bilder ergibt.

Der Pigmentdruck iſt ein Zweig der Chromatphotographie (ſ. d.). Er beruht nämlich darauf, daß man Gelatineſchichten verwendet, denen Farbſtoffe (z. B. Ruß — daher auch der Name Kohledruck —, Ocker, Engelrot, Indigo, Berlinerblau, Umbra, Vandyckbraun u. ſ. w.) inkorporiert ſind und die z. B. mit Kaliumbichromat lichtempfindlich gemacht werden. Unter einem Negative belichtet, werden dieſe Gelatineſchichten je nach der durch die partiell verſchiedene Transparenz des Negativs verſchieden kräftig erfolgende Lichtwirkung genau den Tonwerten entſprechend in geringerer oder größerer Dicke gegerbt. Die Leimſchichte iſt alſo an den Bildpartien durch das infolge der Belichtung entſtandene Chromdioxyd ſtellenweiſe verſchieden, nämlich an den Orten heller Töne nur oberflächlich, an denen der Mitteltöne bis in größere Tiefe, endlich an jenen der Schatten (entſprechend der größten Transparenz des Negativs) am ſtärkſten unlöslich geworden. Wird nun mit warmem Waſſer, welches die unbelichtet gebliebenen Schichtteile löſt, entwickelt, bleibt ein Relief zurück, das aus der gegerbten, den eingeſchloſſenen Farbſtoff ſicher zurückhaltenden Gelatine beſteht. Dieſes Pigmentbild, bei dem die Tonwerte dadurch zuſtande kommen, daß je nach der Dicke des Reliefs auch der Farbſtoff in verſchiedener Menge vorhanden iſt und dieſer entſprechend mehr oder weniger die Unterlage deckt, zeichnet ſich durch außerordentlichen Tonreichtum und unbegrenzte Haltbarkeit aus.

Die Durchführung des Prozeſſes iſt einigermaßen umſtändlich. Das Pigmentpapier wird fabrikmäßig auf beſonderen Maſchinen bei Verwendung ſehr guten ſatinierten, ſchwach ſaugfähigen Rohpapiers in Rollen hergeſtellt, und zwar in nicht ſenſibiliſiertem Zuſtande, ſondern nur mit der gefärbten Gelatineſchicht verſehen, weil das empfindliche Papier nur kurze Zeit haltbar iſt. Von Wichtigkeit iſt die richtige Wahl der Gelatine. Solche für dieſen Spezialzweck wird von Nelſon in London, der Gelatinefabrik in Winterthur, Coignet in Paris erzeugt. Der Gelatinemaſſe werden Zucker, Glyzerin, Seife, als Antiſeptikum Karbolſäure u. ſ. w. zugeſetzt; der Farbſtoffgehalt ſchwankt je nach der Ausgiebigkeit des Pigments. Mit der Fabrikation von Pigmentpapier befaſſen ſich in großem Maßſtabe Hanfſtaengl in München, Braun in Dornach i. E., die Autotyp-Company in London, Lamy in Paris u. a. — Das Senſibiliſieren geſchieht in der Regel von Fall zu Fall mit einer Chromatlöſung (Waſſer 1000, Kaliumbichromat 20, Zitronenſäure 7 und Ammoniak 30; die beiden letzten bewirken, daß das empfindliche Papier 8—14 Tage hält [Namias], während ſonſt Selbſtzerſetzung in 3—5 Tagen eintritt), worauf das Papier mittels Kautſchukquetſchers auf eine talkumierte oder kollodionierte Glasplatte gequetſcht und möglichſt raſch, eventuell mittels Ventilator, getrocknet werden ſoll. Da Pigmentpapier wegen der Dunkelheit der Schicht das Fortſchreiten des Kopierens nicht wahrnehmen läßt, muß hierbei ein Photometer (z. B. das aus verſchieden dicken Papierlagen, unter welche ein Streifchen Celloidinpapier gelegt wird, beſtehende Vogelſche) benutzt werden. Beim unmittelbaren Entwickeln der Kopie würden die oberflächlich gegerbten Schichtpartien an den hellen und den Mitteltönen infolge Löſung der darunter unverändert (ungegerbt) gebliebenen Leimteile abſchwimmen. Deshalb muß vorher die Pigmentkopie auf gelatiniertes oder mit koaguliertem Eiweiß verſehenes Papier übertragen werden. Iſt dieſes der definitive Bildträger, ſo ſpricht man vom einfachen Uebertragungsprozeß, der ſeitenverkehrte Bilder ergibt. Sollen die Endprodukte ſeitenrichtig ſein, muß der doppelte Uebertragungsprozeß, bei dem nach dem Entwickeln nochmals (auf Papier, Glas, Milch-, Opalplatten, Metalltafeln, Porzellan u. ſ. w.) übertragen wird, gewählt werden. Man kann aber auch die Uebertragung ganz vermeiden, wenn von vornherein ein ſehr dünner, transparenter Bildträger (z. B. Celluloidfolien) verwendet werden und man von der Rückſeite durch die Unterlage hindurch belichtet. Die fertigen Bilder härtet man im Alaunbade. — Es gibt eine Reihe von Verfahren, die, obwohl auf dem Prinzipe des Pigmentdrucks fußend, ohne Uebertragungsprozeß (auch ohne eine Belichtung von rückwärts) durchführbar ſind und ſehr hübſche Reſultate ergeben. Hierher gehört z. B. der Charbon-Velours-Prozeß (das Samtkohleverfahren) von Artigue; hierbei werden ſehr dünne, aber außerordentlich pigmentreiche Gummiſchichten (vgl. Gummidruck) verwendet.

Der Pigmentdruck findet, ſeiner durch große Schönheit und andre Vorzüge (ſ. oben) ausgezeichneten Produkte wegen, ausgebreitete Anwendung zur Herſtellung von Bildern für den Wandſchmuck, von Latern- und Fenſterbildern, von großen „Galeriewerken“ u. ſ. w. Ueber die Benutzung des Pigmentdrucks zur Erzeugung von Photographien in natürlichen Farben ſ. Dreifarbendruck, über die bei der Photokeramik, der Heliogravüre ſ. d., bei der Heliographie ſ. Kartendruck, dem Woodburydruck ſ. d.; endlich vgl. Photographie und Preſſendruckverfahren, photographiſche.

Literatur: Eder, J. M., Das Pigmentverfahren, 2. Aufl., Halle a. S. 1899; Derſ., Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, 7. Aufl., Halle a. S. 1908; Spörl, H., Der Pigmentdruck (13. Aufl. von Liesegang, Der Kohledruck), Leipzig 1906; Keßler, H., Lehrbuch der praktiſchen Photographie, 6. Aufl., Leipzig 1906.

A. W. Unger.

Pik, ſ. Dhra, Dra.

Piket, ſ. v. w. Abſteckſtab (ſ. d.).

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

Piknometer, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 399.

Pikratſchießpulver, ſ. Geſchoßtreibmittel, Bd. 4, S. 417.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pikrinfäure (Trinitrophenol, -karbolfäure) $C_6H_2(NO_2)_3OH$, kriftallifiert aus heißem Waffer oder Alkohol in gelben Blättchen oder Prismen, die fehr bitter fchmecken, in heißem Waffer leicht, in kaltem ziemlich fchwer löslich find und bei vorfichtigem Erhitzen unzerfetzt fublimieren.

Der Eintritt der Nitrogruppen in das Phenol erhöht den fauern Charakter diefer Subftanz ungemein; das Trinitrophenol verhält fich daher wie eine Säure und zerfetzt kohlenfaure Alkalien. Mit vielen Benzolkohlenwafferftoffen, wie Benzol, Naphthalin, Anthracen, bildet die Pikrinfäure fchön kriftallifierende Additionsprodukte, durch welche die Kohlenwafferftoffe charakterifiert und voneinander getrennt werden können. Die Pikrinfäure ift ein ausgefprochener Farbftoff. Seide und Wolle werden aus fauerm Bade fehr fchön grünftichig gelb gefärbt. Anderfeits ift die Pikrinfäure einer der kräftigften Explofivftoffe. Zündet man fie für fich an, fo brennt fie, ohne zu explodieren, unter Rußbildung ab. Entzündet man fie in feinen Kriftallen in einem gefchloffenen Gefäß (z. B. in einer kalorimetrifchen Bombe), fo ift ihre Wirkung nicht ftärker als die des Schießpulvers. Dem Dynamit aber überlegen ift fie, wenn man durch kräftige Zündhütchen oder durch Auflegen einer Schießwolladung die ftark gepreßte oder gefchmolzene Pikrinfäure zur Detonation bringt. Turpine erkannte zuerft (1886) die Explofionsfähigkeit der Pikrinfäure. Man glaubte früher aber noch, daß man wegen Mangel an Sauerftoff einen Sauerftoffträger beifügen müffe, was zur Herftellung der Pikrinpulver und des Melinits, einer in Patronenform gebrachten Mifchung von Pikrinfäure mit in Aether gelöfter Kollodiumwolle, führte. Erft die Beobachtung Turpines führte dazu, fie für fich zu verwenden und Granaten damit zu füllen. In England heißt man die gefchmolzene Pikrinfäure nach dem Orte Lydd Lyddit. Die Salze der Pikrinfäure find ebenfalls Explofivftoffe. Die Säure ift ein fich ungemein leicht bildender Körper und entfteht daher bei der Behandlung vieler organifchen Subftanzen mit Salpeterfäure, fo aus Indigo, Anilin, Harzen, Wolle, Seide, Leder u. f. w. Technifch wird fie durch Nitrieren von Phenol dargeftellt.

Literatur: Beilftein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig, 3. Aufl., 1896, Bd. 2, S. 686; Bujard, Leitfaden der Pyrotechnik, Stuttgart 1899. *Bujard.*

Pikul, Gewicht in Oftafien.

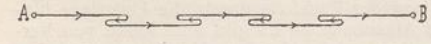
In China = 100 Katties = 60,5 kg (bei manchen Waren jedoch auch zu 90—140 Katties), in Japan = 100 Katties = 59,295, auch 60,217 und 57,9 kg, in Niederländifch-Indien = 61,689 kg, häufig auch 62,5 kg, auf den Philippinen = 63,263 kg, in Singapore = 64,713 kg, in Siam (Hap) = 58,51 kg, in Kochinchina (Ta) = 62,48 kg. *Plato.*

Pilar (Pilarftiel), f. Pferdeftälle, S. 96.

Pilafter, ein aus der Wandfläche vortretender rechtwinkliger Wandpfeiler (vgl. a. Ante, Bd. 1, S. 233). Pilafter haben in der Regel nur eine dekorative und keine ftruktive Aufgabe, dienen namentlich zur Gliederung der Wandfläche und erhalten in allen Stilarten einen Fuß und ein Kapitäl, das zumeift jenen der Säulen nachgebildet wird. Eine Ausnahme macht die griechifche Bauweife, welche neben dem Säulenkapitäl eine von diefem ganz abweichende Form des Pilafterkapitäls aufweift (Apollotempel zu Milet); f. a. Lifene, (Bd. 6, S. 172).

Pilgern, Pilgerfchritt, -walzen, f. Rohrherftellung.

Pilgerfchrittbewegung. Eine periodifch veränderliche Bewegung, die in beiderlei Sinn vor fich geht, aber nach und nach in dem einen Sinn fortfchreitet, wird in der Praxis eine Pilgerfchrittbewegung genannt.



In nebenftehender Figur ift z. B. für eine auf geradem Wege fortfchreitende Pilgerfchrittbewegung von *A* bis *B* eine Veranfchaulichung gegeben. Die Pilgerfchrittbewegung kommt bei den Flachsbrechmafchinen zur Anwendung.

Literatur: Burmefter, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 547 (mit weiteren Literaturangaben). *Burmefter.*

Piloten, f. Pfähle.

Pilotenballon, kleine Verfuchsballons aus Papier, Gummi oder Stoff, zu wiffenfchaftlichen Zwecken mit regiftrierenden Inftrumenten ausgerüftet.

Der Ballon „L'Aérophile" z. B. ftellte in einer Höhe von 12000 m die Temperatur von —51° C. feft. Der Ballon „Cirrus" konftatierte in 16000 m Höhe eine Temperatur von —53° C., in 18000 m Höhe eine folche von —67° C.; vgl. a. Moedebeck, Tafchenbuch für Flugtechniker und Luftfchiffer, Berlin 1904; Zeitfchr. für Luftfchiffahrt und Phyfik der Atmofphäre 1894; L'Aérophile 1893/94. *Moedebeck.*

Pilzofen, f. Blei, Bd. 2, S. 63.

Pima, Längenmaß in Deutfch-Oftafrika = 4 Mikono = 1,80 m; 2 Pima = 1 Doli.

Pinachromie, von E. König in Höchft a. M. erfundenes photographifches Kopierverfahren zur Erzeugung farbiger Bilder.

Die Pinachromie beruht auf der Verwendung einiger Leukoverbindungen (z. B. vom Rodamin, welches, in wäfferiger Löfung mit Zinkftaub und Eifigfäure, eventuell unter Zufatz von Natriumacetat, behandelt, zu einer farblofen Leukobafe reduziert wird), die, wie O. Gros in Leipzig (1900) fand, im Lichte durch photochemifch angeregte Oxydation wieder in den früheren Farbftoffkörper zurückverwandelt werden. Als Bindemittel und zugleich als chemifcher

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Empfindlichkeitsſteigerer (durch Beſchleunigung der Oxydation der Leukoverbindungen im Lichte, vgl. a. Senſibiliſatoren) dient Kollodium, und zwar wird ein ſogenanntes „Blaukollodium", ein „Gelbkollodium" und ein „Rotkollodium" verwendet.

Das Verfahren wird derart ausgeübt, daß zunächſt vom bunten Originale auf photographiſchem Wege durch Farbenſelektion (ſ. Dreifarbenphotographie) drei Teilnegative hergeſtellt werden. Das hinter dem Rotorangefilter erhaltene „Blaudrucknegativ" wird nun auf die Blaukollodiumſchicht (als Bildträger dient ein mit gegerbter Gelatineſchicht verſehenes Papier) kopiert (hierbei tritt unter den transparenten Negativſtellen Blaufärbung in der verſchiedenen Belichtung entſprechender, verſchiedener Intenſität ein), die Kopie mit Monochloreſſigſäure fixiert, gewaſchen und getrocknet. Nach Aufbringen einer mit Chromalaun zur Härtung verſetzten Gelatineiſolierſchichte wird das Rotkollodium aufgegoſſen und nach dem Trocknen unter dem mittels des Grünfilters erzeugten „Rotdrucknegativ" im genauen Paſſer belichtet, worauf man ebenſo fixiert, wäſcht, trocknet und iſoliert. Schließlich wird in gleicher Weiſe beim Kopieren des hinter dem Blauvioletfilter gewonnenen „Gelbdrucknegativs" auf das Gelbkollodium verfahren. Das Verfahren liefert leider keine beſtändigen Bilder (die Pinachromien verbleichen im Lichte) und iſt auch bei der Durchführung mit mancherlei Mängeln und Schwierigkeiten behaftet (vgl. König, Photographiſche Korreſpondenz, Wien 1904, S. 521, und Unger, Der Dreifarbendruck, Archiv für Buchgewerbe, Leipzig 1906, Heft 8). *A. W. Unger.*

Pinakothek, ſ. v. w. Gebäude für Gemäldeſammlungen; ſ. Gemäldegalerien, Bd. 4, S. 372 ff.

Pinaſſe, ein größeres zum Rudern oder Dampfen (Dampfpinaſſe) eingerichtetes Schiffsboot; ſ. Bootsbau.

Pinatypie, von L. Didier in Xertigny (Frankreich) erfundenes, von E. König in Höchſt a. M. praktiſch vervollkommnetes photographiſches Verfahren zur Herſtellung monochromer und farbiger Kopien auf Glas oder Papier; und zwar wird hierbei nach einem Negativ wieder ein Negativ, nach einem Poſitiv wieder ein Poſitiv erhalten.

Die Pinatypie wird in verſchiedener Weiſe ausgeübt. Zur Erzeugung ſeitenverkehrter Duplikatnegative (z. B. für den Lichtdruck, ſ. d.) wird eine ſorgfältig gereinigte Glasplatte mit verdünnter Kaliwaſſerglaslöſung abgerieben, mit 4prozentiger Gelatinelöſung übergoſſen, getrocknet, durch Baden in 2prozentiger Ammoniumbichromatlöſung ſenſibiliſiert und nach dem Trocknen unter dem Originalnegativ mit Hilfe eines Photometers (z. B. des Vogelſchen, der den Fortſchritt der Lichtwirkung dadurch vergleichsweiſe erkennen läßt, daß ein Papierſtreifen mit lichtempfindlicher Schicht unter gradweiſe dickeren Papierlagen exponiert wird) kopiert. Hierauf wird die Platte zur Entfernung des unverändert gebliebenen reſtlichen Chromſalzes gut gewäſſert. Bringt man nun die Platte in ein wäſſeriges Farbſtoffbad (z. B. in eine Löſung von Platinſchwarz M der Höchſter Farbwerke), ſo wird infolge des verſchiedenen Verhaltens von belichteter und unbelichteter Chromatgelatine gegen wäſſerige Farbſtofflöſungen abermals ein Negativ erhalten. Die unter den undurchſichtigen Stellen des Originalnegativs vor der Einwirkung des Lichtes verſchont gebliebenen Schichtteile nehmen nämlich die Farbſtofflöſung auf, während entſprechend der geringeren oder ſtärkeren Lichtwirkung an den verſchieden transparenten Stellen des Originalnegativs die Leimſchicht mehr oder weniger gegerbt wurde (vgl. Chromatphotographie) und dementſprechend ſich geringer oder gar nicht anfärben läßt. Benutzt man daher ein Diapoſitiv zum Kopieren, ſo iſt das Reſultat wieder ein Poſitiv. Das Verfahren beſitzt den großen Vorzug, daß man ſehr leicht den Charakter der Duplikatnegative oder der Duplikatdiapoſitive (z. B. für Projektionszwecke, vgl. Projektionsapparate) durch ſtärkeres oder ſchwächeres Kopieren, längeres oder kürzeres Einwirkenlaſſen des Farbſtoffbades beliebig geſtalten kann; ferner, daß die ſo erzeugten Negative oder Diapoſitive kein bemerkbares Korn aufweiſen.

Die Pinatypie wird aber auch zur Herſtellung von Dreifarbenbildern benutzt. Hierbei werden nach den in üblicher Weiſe durch photographiſche Farbenauslöſung (ſ. Dreifarbenphotographie) hergeſtellten Teilnegativen Diapoſitive angefertigt und dieſe auf den beſonders präparierten, mit feſthaftender Gelatineſchicht verſehenen Glasplatten, die mit Bichromat ſenſibiliſiert werden, kopiert. Dieſe Kopien dienen, nachdem ſie ausgewaſchen worden ſind, gleichſam als Druckplatten. Es wird nämlich zunächſt die Blauplatte in der Farbſtofflöſung (man benutzt die beſonderen Pinatypiefarbſtoffe von Meiſter, Lucius & Brüning in Höchſt a. M.) angefärbt, durch Abſpülen vom Farbſtoffüberſchuſſe befreit und mit einem Stück geweichten Pinatypiepapiers unter leichter Preſſung einige Zeit hindurch in Kontakt gebracht. Hierbei diffundiert der Farbſtoff aus der Plattenſchicht in die des aufgepreßten Papiers. In der gleichen Weiſe wird dann das rote und ſchließlich das gelbe Teilbild in genauem Paſſen aufgebracht.

Literatur: König, E., Die Farbenphotographie, 2. Aufl., Berlin 1906; Hübl, Artur Freiherr v., Lechners Mitteilungen, Wien 1905, S. 311; Eder, J. M., Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, 7. Aufl., Halle a. S., 1908. *A. W. Unger.*

Pinchbak, ſ. Meſſing.

Pineytalg, ſ. Talg, vegetabiliſcher.

Pingenbau, ſ. Bingenbau.

Pingos d'agoa, ſ. Topas.

Pinienzapfen, architektoniſches Ornament in Form eines Tannenzapfens.

Pink, eine Chrom-Zinnverbindung, welche im oxydierenden Feuer eine

lebhaft rote Farbe annimmt; ſie wird vielfach als Unterglaſurfarbe in der feineren Keramik verwendet.

Pinkcolour, hellrote Malerfarbe, auch als Porzellanmaler- und Druckfarbe gebraucht, iſt Chromoxyd-Zinnoxyd.

Sie wird hergeſtellt, indem man 1 kg granuliertes Zinn durch Salpeterſäure in Zinnoxyd verwandelt, 50 g chromſaures Kali, in 1 kg Waſſer gelöſt, hinzufügt, 2 kg Kreide und 1 kg gemahlenen Quarzſand beimiſcht, an warmem Orte trocknen läßt, die Maſſe zerreibt, in einen heſſiſchen Tiegel drückt und einige Stunden heftig glüht. Die zuſammengeſinterte roſenrote Maſſe wird gemahlen, neuerlich geglüht, naß gemahlen, ausgewaſchen und getrocknet. Ein geringer Zuſatz von calcinierter Soda beim zweiten Glühen erhöht die Nuance. *Andés.*

Pinkoffin, ſ. Krapppräparate.

Pinkſalz, ſ. Zinnchloride.

Pinne eines Schäkelbolzens, ein Stift zum Feſthalten des Bolzens für die Schäkel der Ankerketten; eines Ruders, Hebel zum Drehen des Ruders (ſ. d.); eines Kompaſſes (ſ. d.), Stift zum Tragen der Magnetnadel. *T. Schwarz.*

Pinne, Bezeichnung für 1. Reitnagel (Stoßnagel) der Reitſtöcke von Drehbänken u. ſ. w. (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 79); 2. Finne (ſ. Hammer, Bd. 4, S. 765).

Pinnen, dreieckige Tonſtifte, ſ. Koker.

Pinol, Anſtrichmittel für Mauerwerk und Holz, zum Trockenlegen feuchter Mauern, nicht ätzend.

Man ſtellt es her durch Kochen des Terpentins der Schwarzföhre mit Schwefel und Natriumhydroxyd, Ausfällen der erhaltenen Seife mit Salzſäure, Waſchen mit Natronlauge und Löſen in Terpentinöl oder Mineralöl; das Produkt iſt mit Waſſer miſchbar. *Andés.*

Pinole, ſ. v. w. Reitnagel (Reitſtockſpindel, Stoßnagel) der Reitſtöcke von Werkzeugmaſchinen, ſ. z. B. Drehbank, Bd. 3, S. 79, Fig. 81 und 82.

Pinolin, ſ. Harzöle.

Pinolith, ſ. Magneſit.

Pinſel, Malerwerkzeug, beſtehend aus in Holz, Metall, Federkielen u. ſ. w. gefaßten tieriſchen Haaren, in den verſchiedenſten Größen und Formen, beſtimmt, zubereitete flüſſige Farben (Oelfarben, Waſſerfarben, Tuſche u. ſ. w.) auf die damit zu behandelnden Objekte zu verteilen.

Man unterſcheidet Maler-, Maurer-, Anſtreicher- und Lackierpinſel von ſehr verſchiedenen Formen und Größen, aus ſteifen Haaren gefertigt (Schweinsborſten, Hundehaaren, Ziegenhaaren ſowie Surrogaten aus Kokosfaſern, Pflanzenfibern u. ſ. w.) und mit einem hölzernen Stiele verſehen, feine, aus weichen Haaren gefertigte Pinſel und Glaspinſel. Bei den erſteren werden die Haare einzeln oder in Bündeln um den hölzernen Stiel gelegt, auch wohl, wie bei den meiſten Anſtrich- und Lackierpinſeln, in eine Höhlung des Stiels eingeleimt und durch Bindfaden, Draht, Eiſenring oder Blechhülſen dauernd befeſtigt. Hierher gehören die Anſtrich-, Fauſt-, Maurer-, Weiß-, Streich-, Linierpinſel, Patronier-, Lackier- u. ſ. w. Pinſel von runder oder plattgedrückter Form, die Vertreiber-, Wellen-, Schläger- u. ſ. w. Pinſel von dünner, breiter, flacher Form u. ſ. w.; Leim- oder Plafondpinſel in runder oder länglicher Form ſind eigentlich Bürſten, da ſie aus einzelnen Bündeln von Borſten beſtehen, die in einen Holz- oder Blechkörper mit Draht eingezogen, eingeleimt oder mit Pech eingekittet ſind. — Die feineren Pinſel werden aus Dachshaaren (Vertreiber-, Vergolderpinſel), Eichhörnchen-, Marder-, Iltis- und andern feinen Haaren (Schreibpinſel, Fiſchpinſel, Schlepper, Malerpinſel u. ſ. w.), die zu kleinen Bündeln zuſammengebunden und in Federpoſen oder Holzſtielen, auch in Blechhülſen mittels Seiden- und andern Fäden befeſtigt ſind, gefertigt. Die der Oelmalerei dienenden Pinſel werden aus den feinſten Borſten, auch gröberen Haaren hergeſtellt, die in kurze, etwas koniſche Blechröhren eingekittet werden, welche in dem offenen Ende die in der Regel 25—30 cm langen dünnen Stiele aufnehmen. Die feinen (Haarpinſel) fordern zum Gebrauche eine ſchlank auslaufende Spitze; die Brauchbarkeit eines ſolchen erkennt man daran, daß, im Munde angefeuchtet, die Haare ſich zu einer regelmäßigen Spitze zuſammenlegen und einen Körper von gewölbter Kegelform bilden. Im trockenen Zuſtande ſollen die Haarenden in einer faſt halbkugelförmigen Fläche liegen. Wenn man einen Haarpinſel ins Waſſer taucht und dann heftig ausſchwenkt, ſo muß ebenfalls eine Spitze entſtehen, welche, gegen eine Fläche, z. B. den Fingernagel, gedrückt, ſich biegen, aber nicht ſpalten darf. — Pinſel dürfen nie Haare oder Borſten laſſen, was auf eine mangelhafte Herſtellung oder ſchlechte Aufbewahrung (Zerfreſſen durch Motten) hinweiſen würde; die Borſten müſſen elaſtiſch, gegen das Ende ſpitz zulaufend oder künſtlich zugeſchliffen ſein, dürfen ſich aber nicht ſpalten; je feiner die Borſten ſind, deſto glatter und ebener wird auch der Anſtrich. Deshalb ſind auch ſchon gebrauchte Pinſel zum Anſtrich immer beſſer als neue. Neue Borſtenpinſel müſſen zur Erzielung größerer Steife, die zur Verteilung der Anſtrichfarben notwendig iſt, immer gebunden werden; haben ſich die Borſten nach einiger Zeit abgenutzt, ſo ſchneidet man die Verſchnürung auf, und man hat wieder einen Pinſel mit genügend langen Borſten. Die Glaspinſel — durch Einkitten einer gewiſſen Anzahl Glasfäden in eine Blech- oder Holzhülſe hergeſtellt — dienen zum Auftragen ſolcher Subſtanzen, die, wie Aetzlaugen, Löſungen von übermanganſauerm Kali u. ſ. w., die Borſten in kürzeſter Zeit zerſtören würden. S. a. Luftpinſel. *Andés.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pinfelblau, ſ. Blaudruck.

Pint, engliſches Flüſſigkeitsmaß = $^1/_8$ Quart = 0,568 l.

Pinzette (Pincette, Federzange, Kornzange, Kluppzange, Kluppchen), kleine federnde, im Ruhezuſtande offene (Fig. 1—6) oder geſchloſſene (Fig. 7, Klemmpinzette) Zange, die durch leichten Fingerdruck auf die Schenkel geſchloſſen bezw. geöffnet wird, um kleine zarte Gegenſtände anzufaſſen.

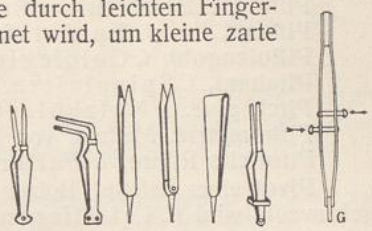


Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.

Fig. 2 ſtellt eine Pinzette mit ſchrägen Schenkeln dar. Die ſpitzen Angeln der Pinzetten Fig. 3—5 dienen zum Einſtecken in ein Stück Holz u. dergl. Fig. 5 zeigt eine Pinzette für Weber, Tuchmacher u. ſ. w zur Entfernung von Knötchen, Fäden u. dergl. in Geweben. Bei gewöhnlichen Pinzetten ſind die Enden bisweilen innen mit Riefen verſehen, um einen Gegenſtand beſſer faſſen zu können. Für ſehr zarte Gegenſtände beſtehen die Spitzen aus Elfenbein und Ebenholz. Bei der Pinzette Fig. 6 ermöglicht ein kleiner Schieber, die Zange geſchloſſen zu halten. — Doppelte Pinzetten beſtehen aus zwei Schenkeln, die in der Mitte miteinander verbunden ſind, ſo daß jedes Ende für ſich eine Zange darſtellt. *A. Widmaier.*

Piotin, ſ. Saponit.

Pipe, engliſches Weinmaß = 2 Hogſheads = 126 Gallons; 1 Imperialpipe = 572,48 l. Im Zollverkehr rechnet man je nach den Bezugsarten 1 Pipe zu 92—117 Imperialgallons. In den Vereinigten Staaten iſt 1 Pipe = 476,94 l, am Kap = 416,37 l. *Plato.*

Pipetten, Glasröhren zum Meſſen von Flüſſigkeiten.

Sie werden durch Eintauchen in die betreffende Löſung und durch Anſaugen derſelben mit dem Mund oder, wenn es ſich um ätzende Flüſſigkeiten handelt, eventuell mit einem Gummiballon mit angeſetztem Schlauche gefüllt. Zunächſt erfolgt die Füllung bis etwas über die Marke, alsdann wird die Saugwirkung durch Verſchließen der oberen Oeffnung mit dem Zeigefinger oder durch Zuſammenklemmen des Gummiſchlauches an dem Ballon unterbrochen. Hierauf läßt man durch vorſichtiges Lüften der oberen Oeffnung zunächſt die Flüſſigkeit genau bis zur Marke abfließen, verſchließt erſtere wieder und entleert nunmehr durch dauerndes, vollkommenes Lüften der oberen Oeffnung das ſo abgemeſſene Flüſſigkeitsquantum.

Man unterſcheidet Vollpipetten und Meßpipetten.

Die Vollpipetten haben eine einzige Marke und dienen zur genauen Abmeſſung eines beſtimmten Volumens von Löſungen. Die gebräuchlichſte Form iſt aus einer unten in eine Spitze ausgezogenen Glasröhre hergeſtellt und trägt in der Mitte eine zylindriſche Erweiterung (vgl. Fig. 1).

Die Meßpipetten (vgl. Fig. 2) ſind bürettenartig (ſ. unten) in Kubikzentimeter eingeteilte Röhren, die an ihrem unteren Ende wie die Vollpipetten in eine feine Spitze ausgezogen ſind. Mit ihnen können beliebige Mengen einer Flüſſigkeit abgemeſſen werden. Sie ſind ein Mittelding zwiſchen Pipetten und Büretten. Letzteres ſind in Kubikzentimeter eingeteilte Röhren, welche von oben zunächſt bis über die oberſte Marke gefüllt werden. Als Verſchluß tragen ſie unten entweder einen Glashahn (Fig. 3) oder einen Gummiſchlauch mit eingeſchobenem Glasſtab (Fig. 4). Durch den Verſchluß läßt man nun zunächſt etwas von der eingefüllten Flüſſigkeit austreten, bis die Luft verdrängt iſt, und ſtellt nunmehr die Löſung auf die gewünſchte Marke ein. Bei dem Glasſtabverſchluß (nach Bunſen) faßt man den Schlauch da, wo ſich der Glasſtab befindet, zwiſchen Daumen und Zeigefinger und erzeugt durch vorſichtiges Drücken einen ſeitlichen Kanal, durch welchen die Flüſſigkeit neben dem Glasſtab in das unten eingeſetzte, in eine feine Spitze ausgezogene Ausflußröhrchen fließen kann. Statt des Glasſtabverſchluſſes wendet man häufig einen gewöhnlichen Quetſchhahnen an. Außer den abgebildeten Büretten iſt noch eine Reihe abgeänderter Formen im Gebrauch. *Menger.*

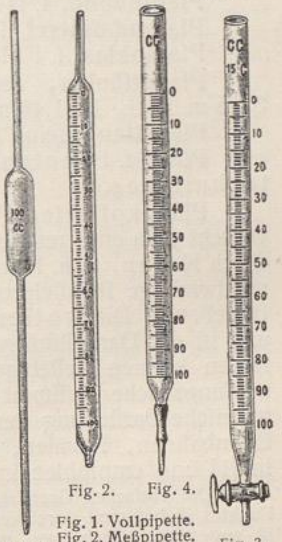


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 4. Fig. 3.

Fig. 1. Vollpipette.
Fig. 2. Meßpipette.
Fig. 3. Bürette mit Glashahn.
Fig. 4. Bürette mit Gummiſchlauch-Glasſtabverſchluß nach Bunſen.

Piperidin, Piperin, ſ. Pyridin.

Piqué (quilting, marseille), der bekannte Baumwollſtoff, bei dem ſich die Bindungsſtellen des Doppelgewebes wie feine Furchen vertieft darſtellen. Es erinnert dies an eine mit Baumwolle ausgeſtopfte und abgenähte (geſteppte) Bettdecke, wovon auch der Name (piquer = ſteppen) hergeleitet iſt.

Literatur: Müller, Handbuch der Weberei, Leipzig 1896, S. 650 ff. *E. Müller.*

Piſchi, Flüſſigkeitsmaß in Deutſch-Oſtafrika = 3,2 l; 15 Piſchi = 1 Farra, 60 Piſchi = 1 Dzisla.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Piscina, der Waſſerbehälter in dem Periſtyl des römiſchen Wohnhauſes oder der Thermen, in chriſtlicher Zeit das Taufbecken.

Piſébau, -mauerwerk, ſ. v. w. Stampfbau (ſ. d.).

Piſolith, Hirſen- oder Erbſenſtein, ſ. Aragonit

Piſſoir, ſ. Bedürfnisanſtalten.

Piſtazit, ſ. v. w. Epidot (ſ. d.).

Piſtolengold, ſ. Goldlegierungen.

Pitahanf, ſ. Spinnfaſern.

Pitch pine, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 688.

Pithometrie, Meſſung von Faßinhalten, ſ. Faß, Bd. 3, S. 644.

Pitotſche Röhre, ſ. Waſſermeſſung.

Pivot einer Lafette, Bolzen oder Kugelringlager, um welche die Lafette geſchwenkt wird (ſ. Lafettierung).

Plache, unedle, geſchwefelte, ſchwer ſchmelzbare Metalle. Plachmal, aus Schwefelſilber oder aus Schwefelſilber und Schwefelantimon beſtehendes Hüttenprodukt. *Beckert.*

Pläner, ſ. Kreideformation.

Plättlack, farbiger Spirituslack zum Lackieren von Zinnfolien, welche dann in feine Fäden (Plätten) geſchnitten werden.

Plättmaſchine (Liſſeuſe), ſ. Kammgarnſpinnerei, Bd. 5, S. 322

Plafond, flache Decke (ſ. d.).

Plafondbild, ſ. Deckenſtück.

Plafondmalerei, ſ. Deckenmalerei.

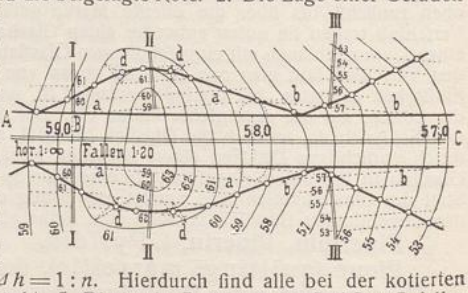
Plagioklas, ſ. Feldſpat.

Plakatſäulen, aufrechtſtehende Zylinder, in der Regel aus Eiſenblech, 3—5 m hoch, 1—1,40 m Durchmeſſer, zum Ankleben von Plakaten.

Plaketten, kleine Bronzetafeln, vielfach Erſatz für Medaillen.

Plan, ſ. Bauplan, Bauprojekt, Karte, Vorarbeiten, Zeichnen, techniſches.

Plan, kotierter (Projektion, kotierte). Unter einem kotierten Plan verſteht man eine geometriſche Karte, welche die Höhenverhältniſſe des Geländes durch Koten, d. h. Höhenzahlen und -kurven, zum Ausdruck bringt; er iſt eine rechtwinklige Parallelprojektion des Geländes auf den Vermeſſungshorizont als Bildebene. Die kotierte Projektion gründet ſich auf dem kotierten Plan und iſt ein Darſtellungsverfahren mit Hilfe von Maßzahlen. Nach dieſem Verfahren können beliebige Punkte, Linien und Flächen, deren Lage zur Vermeſſungsfläche beſtimmt iſt, konſtruiert werden; ſie geſtattet eine einfache geometriſche Darſtellung der Erdkörper und Böſchungsſchnitte bei der Anlage von Eiſenbahnen, Kanälen, Wegen u. ſ. w. Die Methode iſt ausführlich dargeſtellt in [1] und empfohlen in [2].



Die einfachen Grundregeln des Verfahrens ſind kurz die folgenden: 1. Die Lage eines Punktes iſt beſtimmt durch ſeine Projektion und die beigefügte Kote. 2. Die Lage einer Geraden iſt angegeben durch zwei nach 1. beſtimmte Punkte. 3. Die Lage einer beliebigen Ebene iſt beſtimmt durch eine Linie ſtärkſter Neigung, die nach 2. feſtgelegt iſt. 4. Zur bequemen Feſtſtellung der Höhe eines beliebigen Punkts einer Linie wird die Linie nach ganzzahligen Koten eingeteilt, d. h. graduiert. Der horizontale Abſtand von zwei benachbarten, der Höheneinheit entſprechenden Graduierungspunkten iſt das Intervall i. Zwiſchen dem Höhenunterſchied Δh von zwei Punkten, ihrem horizontalen Abſtand s, der Neigung n der geraden Verbindungslinie und dem Intervall i beſtehen die Beziehungen $n = \Delta h : s$; $i = s : \Delta h = 1 : n$. Hierdurch ſind alle bei der kotierten Projektion vorkommenden Rechnungen ausgedrückt. 5. Die in die Richtung des ſtärkſten Gefälles einer Ebene fallende graduierte Gerade, der Böſchungsmaßſtab, beſtimmt Lage und Gefälle der Ebene. Die Horizontalen ſtehen rechtwinklig zum Böſchungsmaßſtab. Weiteres ſ. [1] und [2]. Ein einfaches Beiſpiel für die Anwendung zeigt die Figur an dem Weg A, B, C. Der projektierte Weg iſt horizontal von A bis B; von B bis C iſt das Fallen 1:20, wie die eingetragene Graduierung angibt; die Böſchungsmaßſtäbe I dienen für die horizontale Strecke,

II für den Einſchnitt, III für den Auftrag. Wie erſichtlich, kann jeder beliebige Schnitt (Profil), z. B. für Erdmaſſenberechnung, nach dem Plan konſtruiert werden.

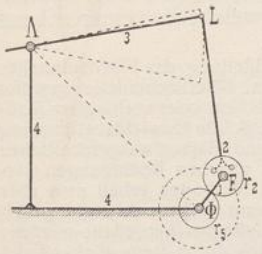
Literatur: [1] Peſchka, Kotierte Ebenen und deren Anwendung, Brünn 1877. — Eine empfehlenswerte knappe Darſtellung bietet [2] Gerke, Die Feſtlegung der Böſchungsſchnittkurve mittels kotierter Projektion, Hannover 1885. — Vgl. a. Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen 1881, S. 220. — [3] Knobloch, Transformationen in der kotierten Projektionsmethode, XV. Jahresbericht der k. k. Staatsoberrealſchule Marburg (Steiermark). *(† Reinhertz) Hillmer.*

Planbank, ſ. v. w. Plandrehbank, ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 61 ff.

Plane, Planenherd, ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 43.

Planetenradgetriebe, Wattſches, wurde von Watt bei ſeiner Dampfmaſchine wegen Vermeidung eines Patentſtreites anſtatt der gewöhnlichen Kurbel angewendet, welche die Bewegung von der Pleuelſtange auf die Triebwelle überträgt [1].

In der Figur iſt das Wattſche Planetenradgetriebe ſchematiſch gezeichnet. Es beſteht aus dem Gelenkviereck $\Phi F L \Lambda$ mit den Gliedern 1, 2, 3, 4, ferner aus dem Zahnrade $F r_2$, welches an dem Gliede 2 befeſtigt iſt, und dem Zahnrade Φr_5, welches auf der Triebwelle Φ befeſtigt iſt und in das Zahnrad $F r_2$ eingreift. Das feſte Glied oder Geſtell trägt die Achſe Λ, um welche der Balancier 3 ſchwingt. Das Glied 2, die Pleuelſtange mit dem an ihr feſten Rade $F r_2$, iſt in L mit dem Balancier, in F mit der Kurbel ΦF gelenkig verbunden, die ſich loſe auf der Triebwelle Φ dreht. Durch den ſchwingenden Balancier 3 wird die Pleuelſtange 2 bewegt, und das an derſelben befeſtigte Zahnrad $F r_2$ vollzieht eine Schwankung, aber keine Drehung in bezug auf das Geſtell 4. Durch den Eingriff des Rades $F r_2$ in das Rad Φr_5 wird dieſes Rad Φr_5 und die Triebwelle Φ, auf der es befeſtigt iſt, in Umdrehung verſetzt. Die loſe auf der Triebwelle ſitzende Kurbel ΦF bezw. das Glied 1 bewirkt nur, daß die beiden Zahnräder beſtändig im Eingriff bleiben. Das Rad $F r_2$, welches ſich in bezug auf ΦF um die Achſe F dreht und das Rad Φr_5 umkreiſt, wird das Planetenrad genannt. —



Um die Umdrehungszahl U_{54} des Rades Φr_5 in bezug auf das Geſtell 4 zu erhalten, die einer Umdrehung der auch mit 1 bezeichneten Kurbel ΦF entſpricht, nehmen wir an, es ſeien U_{21}, U_{51} die entſprechenden Umdrehungszahlen der Räder $F r_2$, Φr_5 in bezug auf die Kurbel 1, ferner ſeien Z_2, Z_5 die Zähnezahlen dieſer Räder, die beide Vollräder ſind und ſich alſo entgegengeſetzt in bezug auf die Kurbel 1 drehen. Demnach iſt das Verhältnis $\frac{U_{51}}{U_{21}} = -\frac{Z_2}{Z_5}$ negativ zu nehmen. Während einer Umdrehung des Armes 1 um die Achſe Φ macht auch das Rad $F r_2$ eine Umdrehung im entgegengeſetzten Sinne in bezug auf den rotierenden Arm 1; und hiernach iſt, wenn wir den Drehungsſinn des Armes 1 als poſitiv betrachten, $U_{21} = -1$, alſo $U_{51} = \frac{Z_2}{Z_5}$. Stellen wir uns vor, das Rad $F r_2$ ſei gegen den Arm 1 in Ruhe, bilde alſo mit dieſem Arm ein Stück, dann wird durch den Zahneingriff mit einer Umdrehung des Armes 1 auch eine Umdrehung des Rades Φr_5 in gleichem Sinne erfolgen. Hiernach erhalten wir die Umdrehungszahl des Rades Φr_5 in bezug auf das Geſtell 4 $U_{54} = 1 + U_{51} = 1 + \frac{Z_2}{Z_5}$. Sind, wie in der Figur, beiſpielsweiſe die beiden Vollräder $F r_2$, Φr_5 von gleicher Größe, iſt alſo $Z_2 = Z_5$, ſo vollzieht das Rad Φr_5 oder die Welle Φ während einer Umdrehung der Kurbel 1 zwei Umdrehungen in gleichem Sinne [2].

Literatur: [1] Watt, James, Spezifikation Nr. 1306 vom 25. Okt. 1781 und Nr. 1321 vom 12. März 1782; Muirhead, Mechanical Invention of James Watt, London 1865, Bd. 3, S. 50, 70. — [2] Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 518. *Burmeſter.*

Planierarbeiten, Arbeiten zur Ausebnung von unebenen Flächen, ſei es, daß dieſe von Natur uneben ſind und zu irgend einem Zweck, zu Bauplätzen, Böſchungen, Aeckern oder Wieſen hergerichtet, oder ſei es, daß Auftragsmaſſen unregelmäßig angeſchüttet ſind und in regelmäßige, zweckentſprechende Form gebracht werden müſſen.

Wenn es ſich nicht lediglich um eine Ebenlegung handelt, bei welcher eine Ausgleichung der Vertiefungen und Erhöhungen vorzunehmen iſt, ſondern wenn die Fläche, ſei es, um ſie nutzbar zu machen oder wenigſtens gegen Abrutſchungen zu ſchützen, bepflanzt werden ſoll, ſo hat man folgendes zu beachten. Der etwa vorhandene Raſen und die obere fruchtbare Bodenſchicht der ganzen in Betracht kommenden Fläche ſind abzuheben und zur Seite zu ſchaffen; hierauf iſt der Untergrundboden in die verlangte Geſtalt zu bringen und mit der Raſen- und Humusſchicht zu überdecken. Die ſorgfältigſten Planierarbeiten werden bei Bewäſſerungs- und Böſchungsanlagen verlangt. Bezüglich der bei den erſteren zu nehmenden Rückſichten finden ſich in den bei Bewäſſerungsſyſteme angegebenen Spezialwerken von Dünkelberg, Perels, Touſſaint, Vincent u. a. eingehende Anweiſungen. Die Planierung der Böſchungen iſt unter Böſchungsarbeiten behandelt. *Lubberger.*

Planieren bezeichnet in der Metallbearbeitung:

1. Das Ebnen von Blechen durch Schlagen mit dem Planierhammer (ſ. Hammer, Bd. 4,

S. 765). 2. Das Ebnen der beim Ziehen (f. d.) und Stanzen (f. d.) von Blechgefäßen entſtandenen kleinen Falten durch Drücken (f. Bd. 3, S. 147) auf der Planierbank. Dieſe unterſcheidet ſich von der Drückbank dadurch, daß ſie einen Support beſitzt, in dem das Planierwerkzeug (Planiergabel) eingeſpannt wird, während beim Drücken auf der Drückbank die Werkzeuge von Hand geführt werden. Die Planierbänke dienen aber auch weiterhin zum Nachdrücken, Einziehen, Bauchen, Beſchneiden, Bordieren, Bundieren gezogener und geſtanzter Blechgeſchirre. Sie werden als gewöhnliche, Kopier- und automatiſche [1] Planierbänke gebaut.

Literatur: [1] D.R.P. Nr. 93641, 96149. — [2] „Stahl und Eiſen" 1905, S. 763 (Neuerungen in der Ausbauchung von Blechhohlkörpern). — [3] Teyſche u. Zoff, Das Metalldrücken. — [4] D.R.Patentſchriften Kl. 49. *A. Widmaier.*

Planierhacke, eine der Breithaue (f. d.) ähnliche Hacke, die zum Einebnen der Oberflächen und Böſchungen von Anſchüttungen dient

Planierung (Ebnung), im Erdbau, die Herſtellung ebener Flächen auf dem Planum (f. d.) ſowie an den Böſchungen der Dämme und Einſchnitte. Die Arbeit erfolgt nach der Schnur und mit Hilfe von Lattenprofilen mittels der Planierhacke (f. d.). *L. v. Willmann.*

Planimeter (Flächenmeſſer), Inſtrumente zur graphiſchen oder mechaniſchen Beſtimmung des Flächeninhalts von Figuren, welche in einer Ebene liegen oder auf eine ſolche abgewickelt werden können.

Es handelt ſich bei dieſen Berechnungen zumeiſt um die Feſtſtellung des Flächeninhaltes von kartographiſchen Darſtellungen beſtimmter Landgebiete oder Oberflächenteile gewiſſer Körper (Schiffskörper oder dergl.), die ſich in einer Ebene in natürlichem oder verjüngtem Maßſtabe darſtellen laſſen. Zu ſolchem Zwecke kann z. B. die Gewichtsbeſtimmung der auf gleichmäßig ſtarkem Papier gegebenen und daraus ausgeſchnittenen Darſtellung dienen, wenn das Gewicht der unter gleichen Bedingungen hergeſtellten Flächeneinheit bekannt iſt. — Genauere Methoden erhält man aber durch Benutzung graphiſcher Netze, die in Form von rechtwinklig ſich ſchneidenden Linien oder aus ebenſolchen Fadenſyſtemen hergeſtellt werden; durch Auflegen dieſer Netze, die in manchen Fällen durch Beweglichkeit der Rahmen aus Quadraten in Rhomben übergeführt werden können (Harfenplanimeter), kann dann, wie Fig. 1 erkennen läßt, mittels einfachen Abzählens der Flächeninhalt der Figuren beſtimmt werden. Das Hyperbelplanimeter von Kloth läßt mit Hilfe der Hyperbelſchar $xy = p$ den Inhalt von Dreiecksflächen, in die Polygone zerlegt werden, ableſen. Näheres in [1] und [2]. Wird die Fläche von krummen Linien begrenzt und dieſelbe daher durch die Linien der Fäden in ſchmale Trapeze geteilt, ſo hat man der Summierung die ſogenannte Simpſonſche Regel zugrunde zu legen. Dieſe Methode eignet ſich auch vorzüglich zur Ausmeſſung von Querprofilen, bei Traſſierungen u. dergl. Man hat eine ganze Anzahl ſolcher Inſtrumente konſtruiert; vgl. dazu [3] und [4].

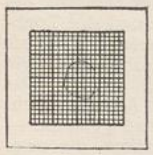


Fig. 1.

Weſentlich komplizierter, aber auch im allgemeinen genauer ſind die ſogenannten Umfahrungsplanimeter; bei dieſen Inſtrumenten geſchieht die Flächenermittlung rein mechaniſch dadurch, daß man mittels eines Fahrſtiftes den Umfang der Figur einmal vollſtändig umfährt, wobei man den Inhalt der Fläche ſchließlich dadurch erhält, daß man die Anzahl der Umdrehungen einer Rolle zählt, welche ſich auf einer ebenen Fläche bewegt oder von dieſer bewegt wird (Hanſenſches Planimeter). — Bezüglich der hiſtoriſchen Entwicklung dieſer Inſtrumente vgl. [5].

Auf die ausführliche Theorie der Rollenplanimeter ſoll hier nicht weiter eingegangen werden, es muß dieſerhalb auf die einſchlägige Literatur und vor allem auch wegen des in der Meßkunſt notwendigen Verſtändniſſes auf die Lehrbücher der Feldmeßkunſt (Bauernfeind, Hunaeus, Jordan, u. ſ. w.) verwieſen werden. Das allgemeine Prinzip iſt kurz das folgende: Eine Achſe von konſtanter Länge a (Fig. 2) endigt auf der einen Seite in einem ſenkrecht zu ihr ſtehenden Fahrſtift S, mit dem der Umfang einer zu beſtimmenden Fläche F von einem Punkt K ausgehend und bis zu ihm zurückkehrend umfahren wird. Der zweite Endpunkt A der Stange wird dagegen auf einer beſtimmten, gegen F feſtliegenden, übrigens beliebigen Kurve C geführt. Jedem Punkte der Kurve von F entſpricht alſo ein ganz beſtimmter Punkt der C-Kurve (und zwar ſoll das eindeutig der Fall ſein), deſſen Entfernungen entſprechend ſtets gleich a ſein müſſen. — Jede Lagenänderung der Stange zwiſchen zwei Punktpaaren kann zerlegt gedacht werden in eine Drehung $d\alpha$ (Fig. 3) um einen Punkt der C-Kurve und eine Parallelverſchiebung dh der Stange, bei der ihre beiden Endpunkte auf F und C bleiben. Die Fläche, welche die Stange bei dieſer Bewegung überſtreicht, kann dann ausgedrückt werden durch

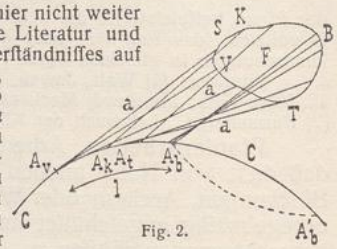


Fig. 2.

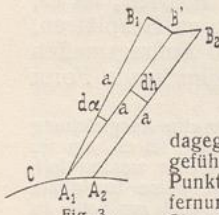
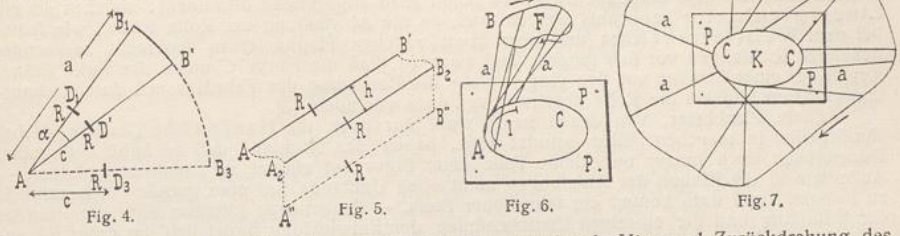


Fig. 3.

$$dF = \tfrac{1}{2} a^2 d\alpha + a\,dh. \qquad 1.$$

Denkt man ſich nun auf der Stange a ganz leicht drehbar eine Rolle mit ſchmalem Spurkranz, deren Umdrehungen ſowohl im ganzen als auch etwa in Hundertſteln gemeſſen werden können, ſo bewirken die beiden angegebenen Bewegungen der Stange, Drehung um den einen Endpunkt und Parallelverſetzung, gewiſſe Drehungen der Rolle. Nur bei der erſten von beiden

kommt aber der Ort in Betracht, an dem das Rad ſitzt: Iſt (Fig. 4) das Rad R in der Entfernung c von A und dreht man die Stange, bei feſtgehaltenem A, um einen beliebigen Winkel α aus AB_1 nach AB', ſo macht das Rad, deſſen Spurkranzumfang u ſei, ſo viele Umdrehungen, als in dem „abgewickelten" Bogen D_1D' der Umfang u des Rades enthalten iſt. Bei Drehung der Stange von AB_1 nach AB_3 und dann zurück nach AB' kommt der Bogen $B'B_3$



oder $D'D_3$ nicht in Betracht, da er nur eine ſich aufhebende Hin- und Zurückdrehung des Rades verurſacht; man erhält alſo für das Drehungselement $d\alpha$ die Größe der Rollenumdrehung

$$n_1 = c\,d\alpha \cdot \frac{1}{u}. \qquad 2.$$

Wird dagegen (Fig. 5) die Stange a aus der Lage AB' in die Lage A_2B_2, auf beliebigem Weg, aber ſo, daß ſie ſtets zu ihrer Anfangslage parallel iſt, um den Betrag h verſchoben, ſo macht das Rad ſo viele Umdrehungen, als ſein Umfang u in h enthalten iſt, d. h. man hat nach den obigen Betrachtungen für die elementare Parallelverſchiebung

$$n_2 = \frac{dh}{u}. \qquad 3.$$

Denkt man ſich nun das C-Ende der Stange a zwangläufig auf einer beſtimmten Kurve (dies kann ein Kreis, eine Ellipſe oder auch eine Gerade oder auch nur ein Teil ſolcher Kurven ſein), ſo können zwei Fälle eintreten. Einmal kann dieſe Kurve ganz außerhalb (Fig. 6), das andremal zum Teil oder ganz innerhalb (Fig. 7) der Fläche F liegen. Im erſteren Fall, wenn die Elementarbewegungen n_1 und n_2 nach 2. und 3. angeſetzt werden, iſt $\Sigma n_1 = 0$, da die Stange a wieder in die Anfangslage zurückkommt, alſo $d\,\Sigma\alpha = 0$ wird; es bleibt alſo für dieſen Fall als wirklich regiſtrierte Geſamtzahl der Rollenumdrehungen während der Umfahrung:

$$N = \Sigma n_2 = \Sigma \frac{dh}{u}. \qquad 4.$$

Auch die n_2 haben verſchiedene Vorzeichen, heben ſich aber nicht auf. Man erhält durch Integration aus 1.

$$F = \Sigma\, a\,dh = a\,\Sigma\,dh, \qquad 5.$$

da $\Sigma d\alpha = 0$ iſt. Multipliziert man 4. mit der Konſtanten au, ſo wird

$$Nau = au\,\Sigma\frac{dh}{u} = a\Sigma\,dh = F. \qquad 6.$$

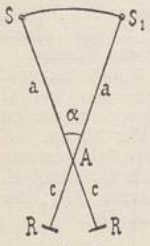


Fig. 8.

Es iſt alſo in der Tat F proportional der regiſtrierten Anzahl N der Rollenumdrehungen (d. h. der Differenz der vor und nach der Umfahrung abgeleſenen Rollenangaben); um F zu erhalten, iſt N mit dem konſtanten Rechteck au aus Stangenlänge und Radumfang zu multiplizieren.

Im zweiten Fall dagegen iſt (unter der obenangegebenen Bedingung einer wirklichen vollſtändigen Umdrehung der Stange)

$$\Sigma\,d\alpha = 2\pi; \qquad 7.$$

die vom Fahrſtift umſchriebene Fläche ſetzt ſich zuſammen aus (vgl. Fig. 7):

1. dem von der feſten Kurve C umſchloſſenen Inhalt (Fläche K);
2. der Σ der Elementarſektoren $\frac{1}{2}a^2\,d\alpha$ (vgl. Fig. 3 und Gleichung 1); dieſe Summe iſt, da $\Sigma\,d\alpha = 2\pi$ iſt, gleich πa^2 (Kreis vom Halbmeſſer a);
3. der Σ der Elementarparallelogramme $\Sigma\,a\,dh$; es iſt alſo hier

$$F = K + \pi a^2 + \Sigma\,a\,dh. \qquad 8.$$

Da die Rollendrehungen, die durch die Bewegungen der Stange allein entſtehen, hier ſich nicht aufheben, ſondern addieren, ſo iſt auch der Ort des Rades nicht mehr gleichgültig wie im erſten Fall. Der Rollenſpurkranz ſei c vom Endpunkt A der Stange entfernt, aber jenſeits von A, von S aus geſehen (vgl. Fig. 8). Bei Drehung des Fahrſtifts von S nach S_1 macht dann die Rolle $n_1 = -c\,\alpha\,\frac{1}{u}$ Umdrehungen. Die Anzahl dieſer iſt dann:

$$N = \Sigma\frac{dh}{u} - \Sigma\frac{c\cdot d\alpha}{u}, \text{ oder mit } \Sigma\,d\alpha = 2\pi,$$

$$N = \Sigma\frac{dh}{u} - \frac{2\pi c}{u}. \qquad 9.$$

Multipliziert man auf beiden Seiten mit au, ſo wird

$$Nau = \Sigma\,a\,dh - 2\pi ac. \qquad 10.$$

Die Vergleichung von 10. mit 8. gibt nun:

$$F = K + \pi a^2 + Nau + 2\pi ac, \qquad 11.$$

oder, wenn C eine gewiſſe konſtante Fläche bedeutet, nämlich $C = K + \pi a^2 + 2\pi ac$,

$$F = C + Nau. \qquad 12.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In diesem Fall ist also nicht mehr unmittelbar F, sondern $(F-C)$ oder $(C-F)$ der Rollenumdrehungszahl N proportional. Ist einmal K und damit C bekannt, so ist also auch für diesen Fall das einarmige Planimeter zur Flächenbestimmung benutzbar.

Mit den vorstehenden Erläuterungen ist die Wirkungsweise der Rollenplanimeter gegeben, die Praxis hat diese Prinzipien in verschiedener Weise zur Ausführung gelangen lassen. Das älteste derartige Planimeter ist wohl das von dem Trigonometer Hermann in München in Gemeinschaft mit dem Steuerrat Lämmle schon 1814 angegebene Instrument, welches als ein Linearplanimeter bezeichnet werden muß, da die Abwicklung der Rolle schon, wie später bei dem Wetli-Starkeschen und dem Hansenschen Planimeter in senkrecht zueinander stehenden Richtungen vor sich gingen, und zwar so, daß die Kurve C unter der Rolle (früher Kegel) auf einer Scheibe vor sich ging, welche die Bewegung des Fahrstifts erst durch Schnurlauf aufnahm und auf die Rolle übertrug; vgl. dazu vor allem [5].

Diese Planimeter, von denen heute wohl nur noch die Hansensche (Ansfeldsche) Konstruktion in manchen Fällen benutzt wird, haben den Nachteil, daß sie selbst bei großen Dimensionen doch immer nur kleine Teile einer Figur auf einmal zu umfahren gestatten. — Außerdem ist die Einheit der Ablesungen nicht ohne Umstände auf eine gerade Flächeneinheit zu bringen, und dazu kommt ein sehr hoher Preis. — Eingehende Literatur über die Priorität der Erfindung und die einzelnen Zwischenstufen der Entwicklung findet sich im unter [6] angeführten Werkchen. — Andre Planimeter sind darauf eingerichtet, daß die Kurve C ein Kreis oder eine einfache gerade Linie ist und bei ihnen diese Kurve festliegt, während sich die Rolle darauf abwickelt, dahin gehören das Polarplanimeter und das Rollenplanimeter.

Das **Polarplanimeter** (Erfindung von Amsler sen. 1856 und Miller in London, unabhängig voneinander) ist wie folgt eingerichtet (Fig. 9, in der Figur ist der Raumerfparnis halber der Pol P zu nahe an den Umfang von F gesetzt). Im einen Endpunkt der Stange ist mit ihr durch ein Gelenk G verbunden der Arm, der in einem beim Gebrauch des Instruments festen Punkt, dem Pol P, endigt. Die Rolle sitzt auf der in Spitzen gehenden Welle W unterhalb der sogenannten Hülse H, jenseits (vom Fahrstift aus gesehen) des Gelenkes G. Die Registriervorrichtung für Teile von Rollenumdrehungen befindet sich auf dem Rollenrand selbst (100 Teile, so daß eine Hundertstel Umdrehung direkt angegeben ist, eine Tausendstel geschätzt oder durch den Nonius J_2 abgelesen werden kann). Man bezieht oft die Angaben eines Planimeters auf solche Tausendstel Umdrehungen der Rolle oder „Noniuseinheiten". — Die ganzen Rollenumdrehungen werden mit Hilfe der (bis zehn gehenden) Zählscheibe Z (Index J_1) registriert, die durch Schraube ohne Ende W und ein Zahnrädchen in Drehung gesetzt wird. Beim Gebrauch sitzt das Instrument mit folgenden drei Punkten auf der F enthaltenden Papierebene: Pol P (fest), Fahrstift S (in einem Punkt des Konturs von F), Spurkranzpunkt der Rolle R. Der Punkt G (Gelenk; $= A$ der obigen Theorie) der Stange GS befindet sich stets in einem Punkt eines bestimmten festen Kreises um P; dieser Kreis stellt hier die oben mit C, Inhalt K, bezeichnete Kurve vor. Dieser Kreis habe den Halbmesser b (feste Länge des Arms GP); die Länge der Stange GS sei a, Entfernung $GR = c$, der Rollenumfang u. Dann ist für:

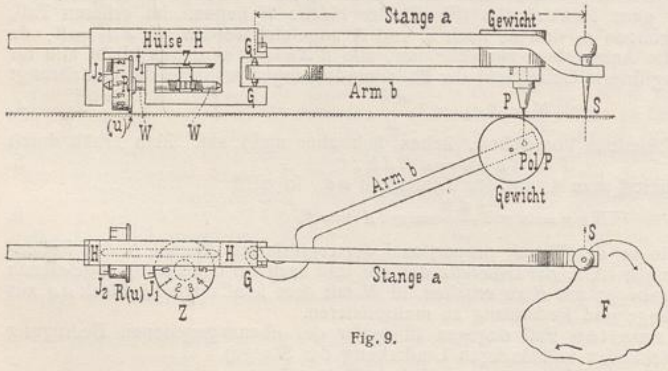


Fig. 9.

a) **Pol außerhalb von F,** unmittelbar nach 6

$$F = N a u; \qquad 13.$$

die Abmessungen b und c kommen nicht in Betracht. Ist z. B. (in ganzen Umdrehungen der Rolle) der Zählwerksstand vor der Umfahrung 4,739, nach drei Umfahrungen 7,405, also für eine solche im Mittel 0,8887, so ist die gesuchte Fläche $F = 0{,}8887\ (a\,u)$ und bekannt, sobald die Flächeneinheit $a\,u$ (Länge der Stange mal Rollenumfang) bekannt ist.

Die Bestimmung von $a\,u$ erhält man am besten aus der Umfahrung von Figuren bekannten Flächeninhalts (Q), die entweder aus dem Quadratnetz der Karte, auf der die zu messende Figur enthalten ist (dabei wird auch eventueller Papierschwund berücksichtigt) entnommen oder in Form eines Kreises oder Quadrates zu diesem Zweck auf die Zeichenfläche aufgetragen wird. Man hat dann nur zu setzen

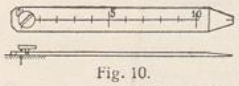


Fig. 10.

$$F = Q\,N : N_0, \qquad 14.$$

wenn N_0 den Wert N für die Einheitsfläche bedeutet. Ein bequemes Mittel zur Herstellung des genannten Einheitskreises gibt die sogenannte „Probeschiene", mit deren Hilfe man gezwungen den Fahrstift auf einem Kreis von 3, 4, 5 . . . 10 cm Halbmesser führt (Fig. 10). Man drückt die Nullpunktnadel der Probeschiene ungefähr in den Schwerpunkt von F, umfährt einen der Kreise Q, sodann F und erhält aus 14. F im richtigen natürlichen Maß, in dem Q gemessen ist. Hätte das Papier merklichen Eingang, so wäre dieser also hier zu berücksichtigen [$2\,p$ % der Fläche, wenn p % der lineare Eingang ist, oder $(p+q)$ %, wenn p und q die prozentischen

linearen Eingänge in zwei zueinander senkrechten Richtungen sind]; und in jedem Fall ist das Natur-F, wenn F_p das Plan- oder Zeichnungs-F ist, $F = F_p \cdot M^2$, wenn $1 : M$ der Längenmaßstab der Zeichnung ist.

Einstellung eines bestimmten au. Die Länge der Stange a kann verändert werden durch Bewegung in der Hülse H. Einstellung von au auf eine runde Zahl, z. B. $au = 100$ qcm, die für manche Zwecke bequem ist, wird selbstverständlich ebenfalls mit Hilfe der Probefläche Q gemacht; sie ist aber nach dem Vorstehenden keineswegs immer notwendig, sogar gerade für genauere Arbeit ganz überflüssig; vgl. a. den Schluß von b).

b) **Pol innerhalb von F.** Bei Umfahrung von F kommt das Gelenk G folgeweise in jeden Punkt des festen Kreises mit b um P; also ist nach 11. und 12.:

$$F = C + Nau, \tag{15.}$$

wobei $C = K + \pi a^2 + 2\pi ac = \pi b^2 + \pi a^2 + 2\pi ac$ ist; es kommen jetzt alle Abmessungen des Instruments in Betracht. Da C ungefähr die größte Fläche vorstellt, die man mit Pol innen auf einmal umfahren kann, so ist nach 15. $F = C + Nau = \pm Nau \mp (\pi b^2 + \pi a^2 + 2\pi ac)$, je nachdem man die Figur F im oder gegen den Sinn des Uhrzeigers ausführt. — Die Bestimmung von C wird wieder, nachdem au bestimmt oder zu 100 u. dergl. gemacht ist, mit der Probeschiene ausgeführt, wobei man aber hier die Polnadel durch den Nullpunkt der Schiene auf das Papier muß feststechen können. Der Wert von C ändert sich, wenn a geändert wird; bei der Stellung, bei der $au = 100$ qcm ist (s. oben), ist C (im natürlichen Maß) bei den Planimetern gewöhnlichen Amslerschen Modells meist zwischen 2000 und 2200 qcm (die Zahlen für C sind auf der Stange angeschrieben, z. B. 20765 für ein bestimmtes a; sie sind als 2076,5 qcm u. s. w. zu lesen). Die für C angegebenen Zahlen sind meist ebenso wie die Marken für bestimmte au nicht sehr zuverlässig und nur für eine bestimmte Papierforte u. s. w. gültig. Man sollte deshalb diese Bestimmungen stets selbst machen; vgl. dazu [7].

Pol außen gibt genauere Resultate als Pol innen, besonders wenn dort nach 14. gearbeitet wird; Pol innen wird um so schlechter sein, je kleiner F ist, da dann F als Differenz zweier großer Zahlen entsteht, bei sehr großen Flächen von z. B. 1000 und 1500 qcm ist aber, bei gut bekanntem C, Pol innen ebensogut oder besser als Pol außen (wo man diese Fläche aus drei oder vier Teilen zusammensetzen muß).

Als besondere Konstruktionen sind hervorzuheben das Pantographplanimeter von Amsler für sehr kleine und sehr große Flächen; die Einrichtung von Amsler zur unmittelbaren Bestimmung von Mittelordinaten; Instrument mit $C = 0$ (kein Unterschied zwischen Pol außen und Pol innen) von Reitz, Hamann und Coradi. Wegen Einzelheiten der Ausführung des Instruments sowie wegen solcher für besondere Zwecke u. s. w. vgl. [8]. — Wichtig ist die Elimination des Fehlers, der durch die sogenannte Rollenschiefe (und die Scharnierschiefe) am Polarplanimeter entsteht [9]. Sie ist mechanisch auszuführen bei dem Kompensationsplanimeter von Lang [10] (ausgeführt von Coradi, Fig. 11, die das eine dieser Modelle zeigt); die Stange läßt sich unter dem Polarm durchschlagen, das Instrument ist nacheinander in einer „ersten und zweiten Lage" zu gebrauchen. Durch die Mittelung der beiden erhaltenen Flächenwerte werden nicht nur gewisse Fehler eliminiert, sondern auch erkannt, was für die Justierung der Instrumente von Wichtigkeit ist.

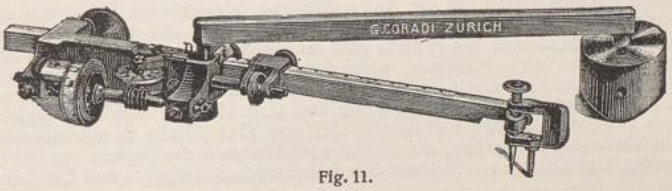


Fig. 11.

Ebenso wichtig sind zwei Abänderungen des oben beschriebenen gewöhnlichen Planimeters; die eine hebt die Rolle vom Papier, das F trägt, ab und läßt sie auf einer besondern Celluloidscheibe, also ein für allemal auf derselben Unterlage, sich abwälzen, wodurch man von der Papierbeschaffenheit unabhängig wird. Es sind dies die sogenannten Scheibenplanimeter; Näheres hierüber, besonders über die freischwebenden Scheibenplanimeter in [11]. Bei mehreren neueren Planimeteranordnungen ist man in dieser Richtung, einer Verbesserung der Rollenbewegung noch weitergegangen, indem man die gleitenden Bewegungen der Rolle ganz vermieden hat; es ist dies bei den sogenannten Kugelplanimetern geschehen; Näheres in [12].

Rollplanimeter sind Instrumente, bei denen die Kurve C in Fig. 2, 3, 6 und 7 eine Gerade ist (aber nicht jedes Instrument, bei dem dies zutrifft, braucht ein Rollplanimeter zu sein); denkt man sich z. B. in der Metallplatte P (Fig. 6) eine gerade Nut eingeschnitten, in die der zylindrisch geformte Anfangsstift A der Stange a genau paßt, und die Rolle der Stange mit Zählwerk ausgestattet, so hat man ein brauchbares Planimeter; (auf diesem Prinzip beruht z. B. das Instrument von Hine und Robertson). Man kann die Rollplanimeter auch bezeichnen als Polarplanimeter mit $b = \infty$; es ist also hier stets der Fall Pol außerhalb F vorhanden. Das Gelenk G befindet sich stets in einem Punkt einer bestimmten festen Geraden H (Kreis mit $b = \infty$).

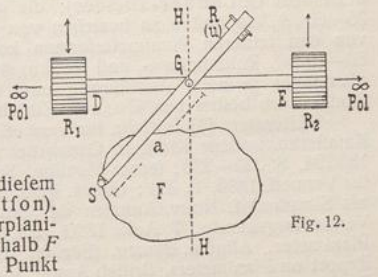


Fig. 12.

Diese geradlinige Führung von G ist durch zwei gleiche geriffelte Rollen R_1 und R_2 (Fig. 12) bewirkt, die den Rahmen DE nur so auf dem Papier verschieben lassen, daß G in

einem Punkt der beliebig liegenden, aber feſten Geraden H ſich befindet. Ein großer Vorteil der Rollplanimeter iſt unmittelbar klar: F kann ſich in der Richtung von H beliebig weit erſtrecken, man kann ſehr große Flächen auf einmal umfahren und ausmeſſen. Würde das Inſtrument nach Andeutung der Figur ganz in der Art des gewöhnlichen Polarplanimeters vervollſtändigt, ſo würde die Gleichung $F = N a u$ ohne weiteres gelten. Es wird aber (von Coradi-Zürich; die Idee der Rollenverſchiebung ziemlich gleichzeitig von Amsler und von Hohmann) nur in der Form eines Scheiben- oder eines Kugelplanimeters gebaut, wie es Fig. 13 zeigt, die ein Kugelrollplanimeter darſtellt, vgl. dazu [13]. Die beiden Rollen R vermitteln die geradlinige Führung des Wagens $B B$; beim Fahren überträgt die linke dieſer Rollen ihre Bewegung durch ihre feine Riefelung auf ein Zahnrädchen, welches mit der Kugelkalotte K auf gleicher Achſe ſitzt. Der Fahrarm $M F$ trägt die zu ihm ſelbſt parallele Achſe des Zylinders, auf welchem ſich K abwickelt; die Umdrehungen des Zylinders werden an der Meßrolle und einer die ganzen Umdrehungen zählenden Scheibe abgeleſen. Bezüglich der übrigens einfachen Theorie muß auf die Literatur verwieſen werden.

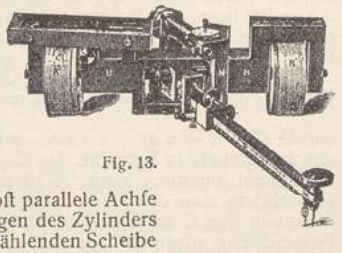


Fig. 13.

Ein ſehr intereſſantes Inſtrument zur Flächenbeſtimmung iſt das Stangenplanimeter (Beilſchneidenplanimeter) von Prytz, 1885 erfunden. Dieſes (Fig. 14) beſteht nur aus einer Stange, deren eines Ende der Fahrſtift S, deren andres Ende die parallel zur Stange liegende Schneide A bildet. An Stelle dieſer Schneide iſt mehrfach, z. B. von Hamann, eine Rolle mit ſcharfem Rand geſetzt worden (wobei die Schneidenebene ſtets durch den Punkt S geht). So iſt auch das (aus 1892 ſtammende und unabhängig von Prytz entſtandene) Traktorienplanimeter von Kleritj eingerichtet, bei dem nur die Rolle in einem beweglichen Rahmen an der Stange ſitzt. Ueber dieſe Inſtrumente vgl. [14]—[18].

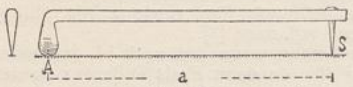


Fig. 14.



Fig. 15.

Der Gebrauch des Inſtruments geht aus folgender Ueberlegung hervor: Umfährt man mit S eine Fläche F von einem Punkt des Umfangs aus, ſo beſchreibt die Schneide A von einem durch leichten Druck auf die Anfangsſtellung bezeichneten Punkt aus eine Kurve, deren Endpunkt ebenſo feſtgehalten wird. Iſt die Entfernung der beiden ſo erhaltenen Marken c (und ſind die Dimenſionen von F nicht groß im Verhältnis zur Länge a der Stange), ſo iſt die Fläche F genähert $a c$; dieſe Näherung wird dadurch verbeſſert (die ſogenannte Reſtfläche verkleinert), daß man nicht in einem Punkt des Umfangs die Umfahrung beginnt und endigt, ſondern in die Umfahrung eine beliebige Linie $O C$ (Fig. 15), die von dem geſchätzten Schwerpunkt O von F ausgeht, in den Richtungen $O C$ und $C O$ (Fläche 0) miteinbezieht. Man hat nun zwei Umfahrungen zu machen, die zweite nach Drehung des Papiers um 180°; ſind c_1 und c_2 die bei beiden Umfahrungen erhaltenen Strecken zwiſchen Anfangs- und Endſtellung der Schneide, ſo iſt

$$F = \frac{c_1 + c_2}{2} \cdot a \left(1 - \frac{r^2}{4 a^2}\right); \qquad 16.$$

dabei bedeutet r die mittlere Entfernung des Punkts O von den Umfangspunkten der Fläche F. Iſt a gegen r groß, ſo wird das zweite Glied in der Klammer klein. Genauigkeitsverſuche haben ergeben, daß man bei dieſem Inſtrument noch auf 0,5—1,0 % rechnen kann, wenn r gegen a klein iſt. Die Polarplanimeter geben noch 0,1 % relative und etwa 0,4 % abſolute Genauigkeit, während die neueren Rollen- und Scheibenplanimeter noch größere Schärfe der Meſſungen erreichen laſſen (bis zu 0,05 % und darunter).

Allgemeine Literatur, Genauigkeit, Bezugsquellen, Preis. Zu den Grundlagen der allgemeinen Planimetertheorie vgl. außer den bereits erwähnten Schriften beſonders [19], für alle Fortſchritte der Planimeterkonſtruktionen und der Planimetermeſſung die Titelſammlung der Publikationen, die Petzoldt alljährlich zuſammenſtellt [20], ſowie die Referate von Hammer in [21] und [22]. — Das Beilſchneiden- oder Stangenplanimeter in den verſchiedenen Formen (Schneide oder Rolle) kostet 10—25 *M.* (Bezugsquellen: für das urſprüngliche Inſtrument Knudſen in Kopenhagen; für das Rollenſtangenplanimeter Hamann-Friedenau; für das Kleritjſche Inſtrument O. Leuner-Dresden); die gewöhnlichen Polarplanimeter in Meſſing oder Neuſilber 35—60 *M.*, am beſten zu beziehen von Amsler-Schaffhauſen, Coradi-Zürich, Ott-Kempten; von den feineren Planimeterformen koſtet z. B. das Kompenſationsplanimeter Lang-Coradi 50—70 *M.*, Rollſcheiben- und Rollkugelplanimeter und freiſchwebendes („Präziſions"-)Scheibenplanimeter je nach Ausführung und Größe 80—180 *M.* Die zuletzt genannten Inſtrumente ſämtlich am beſten von Coradi-Zürich zu beziehen. S. a. Integraph.

Literatur: [1] Zeitſchr. für Vermeſſ. 1893, S. 30; Kloth, ebend. 1893, S. 338, zu beziehen von Kataſterkontrolleur Kloth in Osnabrück; Láska, Sammlung von Formeln u. ſ. w., Braunſchweig 1886/94, S. 232—236; ferner Manſion, Sur l'évalution des aires planes, Gent 1882. — [2] Zeitſchr. für Vermeſſ. 1895, S. 331; ebend. 1896, S. 443. — [3] Ueber Poncelet-Parmentiers Regel (genauer als Simpſon) ſ. Nouv. Annales de Mathém. 1855, Oktober. — [4] Bauernfeind, Handbuch der Vermeſſungskunde, 7. Aufl. 1890, Bd. 2, S. 228. — [5] Favaro, Beiträge zur Geſchichte der Planimeter, Allgem. Bauztg. (Förſter) 1873, S. 68 und 93 (Bibliographie 1815—1872); Henrici, Report on Planimeters, British Assoc. for the advancement of Sciences, Oxford 1894; Trunk, Die Planimeter (Theorie, Praxis, Geſchichte), Halle 1865; Fiſcher, Die mechaniſche Planimetrie, Zürich 1868. — [6] Lorber, F., Ueber die Genauigkeit der Planimeter, Sonderabdruck aus Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- u. Hüttenw. XXXI (1883), 1; Bauernfeind, Zur Geſchichte der Planimeter, Dingl. Polyt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Journ. 1855. — [7] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1895, S. 94—97; ferner Anleitung zum Gebrauch des gewöhnl. Polarplanimeters von Coradi-Zürich, von dem Genannten zu beziehen. — [8] Die Preisverzeichniſſe von Amsler-Schaffhauſen und von Coradi-Zürich; Ref. von Hammer in Zeitſchr. f. Inſtrum. 1896, S. 361, 1897, S. 224; Beſchreibung in Sonderabdruck, von Coradi zu beziehen. — [9] Vogler, Prakt. Geometrie, Bd. 1, Braunſchweig 1885, S. 593. — [10] Lang, Zeitſchr. f. Vermeſſ. 1894, S. 353 (bereits mit Genauigkeitsnachweiſen). — [11] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 6. Aufl., 1904, S. 132; Hohmann, Das freiſchwebende Präziſionsplanimeter, Erlangen 1883 (Anhang: Auseinanderſetzung ſo ziemlich aller möglichen Polarplanimeteranordnungen). — [12] Ueber die Kugelplanimeter ſpeziell: Coradi, Die Kugelplanimeter, Zürich 1898; Lorber, Coradis Kugelplanimeter, Zeitſchr. für Vermeſſ. 1888, S. 161. — [13] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde Bd. 2, 1904, S. 134 ff. — [14] Traktoriograph, Belgrad 1896 (in ſerbiſcher Sprache); Dinglers Polytechn. Journ., Bd. 305 (1897), Heft 10 und 11. — [15] Von Knudſen, Kopenhagen, zu beziehen. — [16] Runge, Zeitſchr. für Vermeſſ. 1895, S. 321. — [17] Hamann, ebend. 1896, S. 643. — [18] Jordan, S. 136—140; Hammer, Zeitſchr. für Inſtrum. 1895, S. 90, und beſonders 1905, S. 347 ff. — [19] Amsler (sen.), Ueber die mechaniſche Beſtimmung des Flächeninhalts ebener Figuren, Schaffhauſen 1856 (aus der Schweiz. Vierteljahrsſchrift 1856; erſte Theorie des Polarplanimeters); Amsler (jun.), Ueber den Flächeninhalt und das Volum durch Bewegung erzeugter Kurven und Flächen, Schaffhauſen 1880; Hele-Shaw, On mechanical Integrators, Proc. Inst. Civ. Eng., Bd. 82, 4. Heft. — [20] Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen, Ueberſicht der Literatur alljährlich. — [21] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde (fortlaufend ſeit 1894). — [22] Hammer, Bericht über die Fortſchritte der Kartenentwurfslehre und der Kartenmeſſung, im Geograph. Jahrbuch, (herausgegeben von Herm. Wagner, Gotha), Bd. 17, 19, 20.

Planimetrie, ſ. Flächenberechnung.

Planke, ein 10—15 cm ſtarkes Breitſchnittholz; im Schiffbau, ein Schnittholz von 6—15 cm Dicke und 6—20 cm Breite.

Plankton, frei ſchwimmende Organismen (Peridineen, Diatomeen) des Pflanzen- und Tierreichs im Waſſer (Meerplankton, Süßwaſſerplankton).

Planroſt, ſ. Feuerungsanlagen.

Planſcheibe bezeichnet eine kreisförmige, zum Auffpannen kurzer Arbeitsſtücke dienende Scheibe an Werkzeugmaſchinen.

Die Arbeitsſtücke werden entweder durch Schrauben und Laſchen an der mit Löchern oder Auffpannſchlitzen (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 62 ff., Fig. 10, 12, 43) verſehenen Planſcheibe oder zwiſchen verſtellbaren Spannklauen (Fröſche, Spannkloben, Spannbacken) befeſtigt. Die Spannklauen ſind entweder direkt auf der Planſcheibe aufgeſchraubt (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 65, Fig. 18) oder mit Hilfe von Schraubenſpindel und Mutter verſtellbar (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 61, Fig. 9, 13) oder in einer auf die Planſcheibe aufgeſchraubten Führung verſchiebbar (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 62, Fig. 9b). Bei Planſcheiben, die faſt immer zum Auffpannen kreisrunder Arbeitsſtücke dienen, ſind alle Spannklauen gleich weit von der Achſe entfernt und werden gleichzeitig bewegt (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 76, Fig. 64, und Futter, Bd. 4, S. 228). Beim Drehen zwiſchen Spitzen dienen die Planſcheiben auch zum Befeſtigen der Mitnehmer (ſ. Bd. 6, S. 444, und Drehbank, Bd. 3, S. 65, Fig. 17). *A. Widmaier.*

Planſchloß, -ſteuerung, -zug, bei Drehbänken und Fräsmaſchinen diejenigen Getriebeteile, welche die ſelbſttätige Bewegung der beim Plandrehen bezw. Planfräſen zu verſchiebenden Teile (Support bezw. Tiſch) vermitteln; ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 84, Fig. 103, 104, 106—110.

Planſichter, im weiteren Sinne jedes plane (ebene) Sieb zum Unterſchied von Trommelſieben, im engeren Sinne eine Gruppe von unmittelbar aufeinander liegenden Flachſieben, die, in einem gemeinſamen Gehäuſe oder durch Verſchraubung vereinigt, eine wagerechte Verſchiebbewegung in geſchloſſener Kreisbahn vollführen. Auf den einzelnen Sieben wird dem Sichtgut durch Kanäle, die mittels ſenkrechter Trennungswände gebildet werden, ein beſtimmter, langer Weg angewieſen. Die Uebergänge eines Siebes gelangen durch einen ſenkrechten Kanal entweder auf eines der darunter liegenden Siebe oder verlaſſen auf dieſem Wege die Maſchine. Die Durchfälle können, wenn ſie nochmals geſiebt werden ſollen, unmittelbar auf das darunter liegende Sieb gelangen, auf deſſen ganze Ausdehnung ſie dann naturgemäß verteilt ſind, werden aber meiſt erſt zuſammengezogen und fließen dann einem der unteren Siebe an einer beſtimmten Einlaufſtelle zu bezw. verlaſſen, wenn ſie fertig geſichtet ſind, die Maſchine. Dieſes Zuſammenziehen geſchieht mittels blinder Siebrahmen, d. h. ſolcher, die anſtatt der Gazebeſpannung einen undurchläſſigen Leinwand- oder Blechboden tragen. Auf dieſen gelangen die das darüber liegende Sieb durchfallenden feinen Sichtgutteile und werden durch noch näher zu beſprechende Mittel nach der Ausfallſtelle hingeführt. So findet man denn faſt in jedem Planſichter Siebrahmen und „Sammelböden“ im Wechſel untereinander liegen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Hauptaufgabe bei der Konſtruktion eines Planſichters iſt die, für den ſtändigen Fluß des Sichtgutes in den Sichtkanälen und auf den Sammelböden zu ſorgen. Dieſe Aufgabe löſte Karl Haggenmacher in Budapeſt (D.R.P. Nr. 46509). Seine Erfindung erläutert ſich folgendermaßen: Fig. 1 ſtelle die Aufſicht eines Siebbodens dar, der beiſpielsweiſe in vier Kanäle geteilt iſt, die das Sichtgut von *A* aus ſerpentinenartig durchlaufen ſoll, bis der Uebergang die Ausfallöffnung *Z* erreicht. Wie die geraden Pfeile erkennen laſſen, müßte zu dieſem Zwecke das Sichtgut in einem Kanale nach der einen, im benachbarten nach der andern Richtung wandern. Das hierfür angewendete Mittel wird aus Fig. 2 verſtändlich, die ein Stückchen eines Siebkanals in größerem Maßſtab zeigt. Wird das Sieb in dem Drehſinne geſchwungen, der dem eines Uhrzeigers entgegengeſetzt iſt (Linksdrehung), ſo kreiſt jedes Sichtgutteilchen im gleichen Sinne (punktierter Kreis). Die eine Hälfte (links) dieſer Kreisbahn ſtimmt mit der durch Pfeile *p* angedeuteten Transportrichtung überein, die andre (rechts) iſt ihr entgegengeſetzt. Dieſe rückläufige Bahn wird nun dadurch unterbrochen, daß an der betreffenden Wand Vorſprünge angebracht werden, die aus kleinen in den Kanal hineinragenden Wänden beſtehen (Fig. 3) Das Sichtgut bewegt ſich dann in dem Kanal ungefähr ſo fort, wie es die in Fig. 3 punktierte Bahn andeutet. Eine einfache Ueberlegung ergibt jedesmal, an welcher Wand dieſe Hinderniſſe anzubringen ſind. Fig. 4 zeigt die vollſtändige Ausrüſtung des Siebes nach Fig. 1 mit ſolchen „Transportleiſten". Fig. 5 zeigt einen Querſchnitt. Mit ſolchen Mitteln können auch die Sammelböden ausgeſtattet werden. Solcher Sieb- und Sammelböden wird eine ganze Anzahl übereinander gelegt, ſo daß das Sichtgut in einem Apparat einer ganzen Reihe von aufeinander folgenden Sichtprozeſſen unterworfen wird. Der Querſchnitt Fig. 6 zeigt als Beiſpiel einen Planſichter von zwölf Siebrahmen mit ihren Sammelböden und fünf Ausläufen für fünf verſchiedene Sichtprodukte. Iſt hierbei die Sichtfläche jedes einzelnen Siebes größer, als ſie der Menge des zu ſichtenden Gutes entſpricht, ſo kann eine Teilung in 2, 3, 4 Teile ſtattfinden und jeder Abſchnitt mit einer andern Sorte Sichtgut gleichzeitig beſchickt werden. Hat man z. B. einen ſolchen viergeteilten Sichter und ſind fünf Siebböden untereinander vorhanden, ſo erſetzt dieſer eine Planſichter $4 \cdot 5 = 20$ einzelne Sichtapparate (Zylinder, Zentrifugalſichtmaſchinen). Dieſe ungeheure Maſchinen- und Raumerſparnis iſt ein Hauptvorteil der Planſichter.

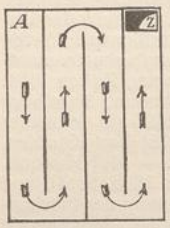


Fig. 1.

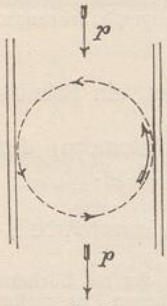


Fig. 2.

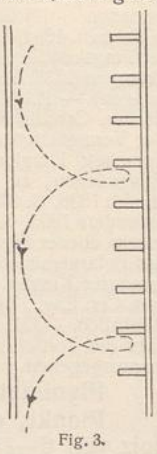


Fig. 3.

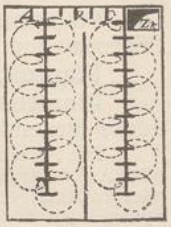


Fig. 4.

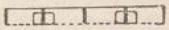


Fig. 5.

Als Erſatz der Haggenmacherſchen Transporteinrichtung ſind zu nennen: Eine zur Transportrichtung quer geneigte Auffpannung der Siebgaze (D.R.P. Nr. 49378, 55744, 62934, Bittinger) und Anbringung der Gaze mit Gefälle in der Transportrichtung. Ferner eine, im Längsſchnitt betrachtet, zahnförmige Auffpannung der Gaze, ſo daß die Sichtgutmaſſe die

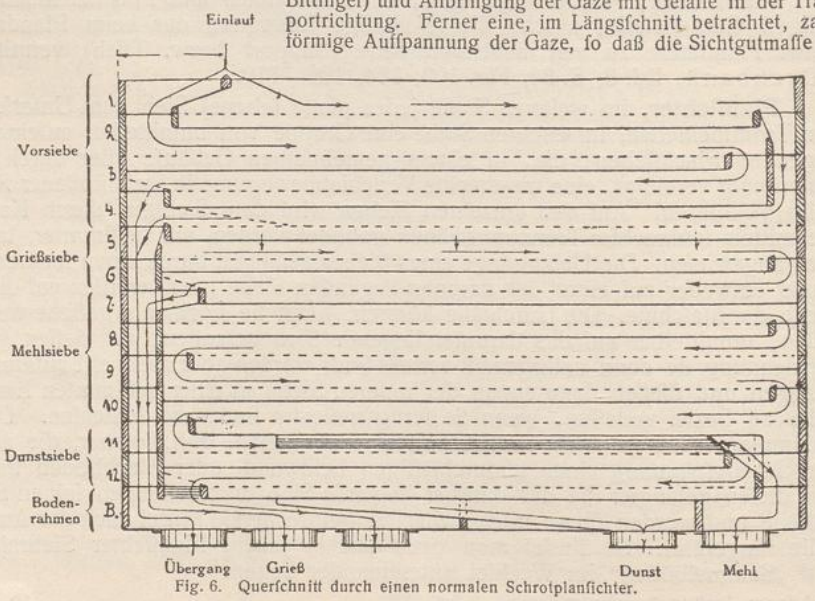


Fig. 6. Querſchnitt durch einen normalen Schrotplanſichter.

ſanft anſteigenden Rücken der Zähne erſteigt, um dann ſteil abzuſtürzen. Die ſenkrechten Zahnwände verhindern hierbei die Rückkehr. Dieſe Vorrichtung fördert das Gut übrigens nicht nur bei der ſchwingenden Planſichterbewegung, ſondern auch bei einfacher Schüttelbewegung in Richtung der Siebkanäle (D.R.P. Nr. 48997). Schließlich iſt zu nennen: die kreisförmige Geſtaltung der Siebe, die bei der beſchriebenen Planſichterbewegung ein kräftiges Hinwerfen des Sichtgutes zur Siebmitte bewirkt, ſo daß ſie am Umfange geſpeiſt werden und die Uebergänge nahe dem Zentrum das Sieb verlaſſen (D.R.P. Nr. 77588, Bunge). Die Verbindung der feſtſtehenden Zu- und Ableitungsröhren mit dem ſchwingenden Planſichter geſchieht durch kurze Schläuche aus nachgiebigem Stoff.

Hinſichtlich der Lagerung unterſcheidet man hängende und ſtehende Planſichter. Die erſte Aufhängung geſchah an vier Stangen, die an der Decke des Gebäudes und am Planſichter ſelbſt in Kugelgelenken endigten. Jetzt werden vielfach Rohrſtäbe verwendet, und zwar gruppenweiſe, 4–8 Stück zu einem Bündel vereinigt. Ihre Biegſamkeit macht die Kugelgelenke überflüſſig. Der Antrieb geſchah früher von oben, jetzt von unten, mittels eines den Planſichter in der Mitte anfaſſenden ſenkrechten Kurbelzapfens. Die Ausgleichung der Fliehkraft durch ein mit der Kurbelwelle umlaufendes Gegengewicht (einſeitig belaſtetes Schwungrad) iſt durchaus erforderlich. Die auftretenden Kräftepaare rufen aber trotzdem leicht Erſchütterungen hervor, ſolange nicht die Kurbelzapfenmitte in der wagerechten Schwerpunktsebene der ſchwingenden Maſſe liegt und auch der Schwerpunkt des Gegengewichts in dieſe Ebene gebracht iſt. Das gab Veranlaſſung zur Teilung des Planſichters in zwei getrennte Siebkäſten, die zwiſchen ſich die Stelle des gemeinſamen Schwerpunktes für die Anbringung der Antriebsteile frei laſſen (D.R.P. Nr. 79108 Konegen). Statt die Aufhängung an der Decke vorzunehmen, hat man auch beſondere Böcke angeordnet, welche die Hängeglieder (Stangen, Stäbe) tragen; vgl. D.R.G.M. Nr. 84652. Unter ſtehenden Planſichtern verſteht man ſolche, deren Laſt nicht durch Zugorgane, ſondern durch Druckorgane auf den Fußboden übertragen wird. Intereſſant ſind hierfür D.R.P. Nr. 58014 Konegen und Nr. 70297 Kapler; in die Praxis eingeführt hat ſich die Stützpendellagerung von Voll, Mertz, Haggenmacher (D.R.P. Nr. 167264). Der Planſichter wird hierbei von vier Pendeln geſtützt, die an ihm mittels Kugellagern befeſtigt ſind und die auf Schuhen ſtehen, deren loſe aufliegende und bei der Bewegung des Planſichters auf der Unterlage abrollende Unterfläche kugelartig, jedoch ſo geformt ſind, daß ſich das Syſtem bei Ueberſchreitung der ordnungsmäßigen Pendelneigung im ſtabilen Gleichgewicht befindet, alſo nicht umfallen kann. Fig. 7 zeigt eine Anſicht eines Stützpendelplanſichters, Konſtruktion Haggenmacher-Konegen (Ausführung von Amme, Gieſecke & Konegen, Braunſchweig). Eine weſentliche Rolle ſpielt bei Planſichtern die Reinhaltung der Siebe. Als Mittel hierfür dienen: loſe Beſpannung, die durch Biegung und Zerrung des Gewebes offen gehalten wird; Bürſten, die über oder unter den Sieben angebracht und auf die verſchiedenſte Weiſe bewegt werden; Abklopfvorrichtungen, die durch Schläge und Erſchütterung die Maſchen frei machen; endlich das ſogenannte Putzgut, das aus grobem Schrot, Maiskörnern, Holz oder Gummikugeln u. dergl. beſteht und das entweder immer auf ein und demſelben Siebe ſeinen Kreislauf vollzieht und durch eine geeignete grobe Ueberſpannung der Auslauföffnung auf dem Siebe zurückgehalten wird oder mit den Uebergängen das Sieb verläßt, ſpäter vom Sichtgut getrennt und dann entweder innerhalb des Sichters durch ſchiefe Ebenen, Wendelſchurren (Patent Nr. 47758, Bittinger) oder auß erhalb der Maſchine durch kleine Elevatoren gehoben wird und wieder auf das oberſte Sieb gelangt. *Arndt.*

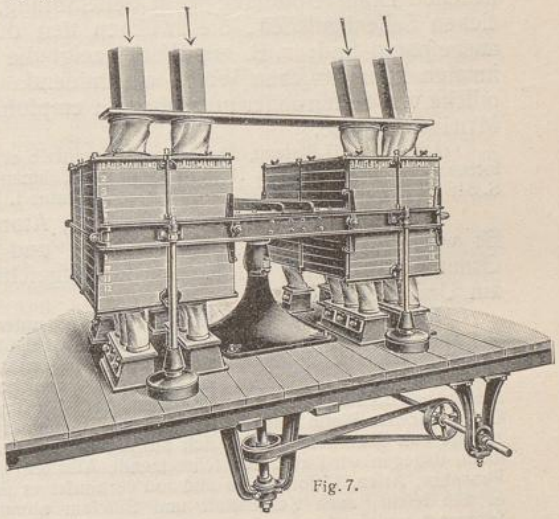


Fig. 7.

Planté-Element, ſ. Akkumulatoren und Polariſation, elektriſche.

Plantiermaſchine (Geradhängmaſchine, Geradbohrmaſchine), Hilfsmittel der Uhrenfabrikation (ſ. Uhren).

Literatur: Karmarſch, Handbuch der mechan. Technologie, 5. Aufl., Hannover 1875, Bd. 1.

Planum einer Eiſenbahn oder Straße, die Oberfläche des zur Aufnahme der Bettung bezw. der Fahrbahnbefeſtigung beſtimmten Teils des Erdkörpers.

Plasma, ſ. Quarz.

Plaſtik (Bildhauerkunſt) wird die erhabene Arbeit im weiteren Sinne genannt; ſie ſteht in der Kunſt im Gegenſatze zur rein maleriſchen Dekoration.

Die Architektur bedient ſich der Plaſtik in verſchiedener Weiſe, und zwar 1. einer ſolchen, die mit der Architektur nur in loſem Zuſammenhange ſteht; dazu gehören alle Statuen, die auf Baluſtraden, Niſchen u. dergl. angebracht ſind. 2. Statuen, die in engerer Verbindung mit der Architektur ſtehen, ſo namentlich Karyatiden, Atlanten und Hermen. 3. Bildwerken, die rein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

architektoniſche Formen aufweiſen, ſo namentlich Kapitäle, Baſen, Geſimſe u. dergl. 4. Dem ornamentalen Schmuck, aus pflanzlichen, figuralen und andern Elementen beſtehend, welcher beſtimmt iſt, die neutralen Felder, Flächen und auch architektoniſche Formen zu verzieren.

Plaſtilina, zum Modellieren dienende, ſehr formbare und formbar bleibende Maſſe aus Ton mit Glyzerinzuſatz oder aus Ton, Olivenöl und Wachs. *Andés.*

Plaſtiſch, ſ. v. w. körperbildend; **Plaſtizität,** ſ. v. w. Formbarkeit, Bildſamkeit.

Plaſtiſche Maſſen, Kompoſitionen aus verſchiedenen Materialien (Holz, Pappe oder Papier, Leim, Stärke u. ſ. w.) oder aus Abfällen (Meerſchaum, Bernſtein, Knochen u. ſ. w.) mit der Eigenſchaft, ſich in teigigem Zuſtande formen, in Pulver mit oder ohne Erwärmung in Formen preſſen zu laſſen und dergeſtalt die unterſchiedlichſten Gegenſtände für mannigfachen Gebrauch zu liefern.

Als plaſtiſche Maſſen dienen ferner Wachs für ſich allein oder in Miſchung mit Oel und pulverigen Subſtanzen, Guttapercha, Schwefel, Siegellack u. ſ. w., überhaupt Materialien, die unter dem Einfluß der Wärme weich und formbar werden. Die bekannteſten plaſtiſchen Maſſen ſind: 1. Leim-, Gummi-, Harz- und Wachsmaſſen; 2. Papiermaché (erweichtes Papier mit Zuſätzen an Gips, Ton oder Kreide); 3. Kartoffelmehlſtärke- und Kaſeinmaſſen; 4. Holz- und Celluloſemaſſen (Bois durci aus harzreichen Sägeſpänen und Blut; Kunſtholz aus Sägeſpänen mit fehr verſchiedenen Bindemitteln); 5. Chlorzink-, Magneſia- (Steinholz, Xylolith), Schwefel- und Waſſerglasmaſſen; 6. Bernſtein-, Meerſchaum- und Knochenmaſſen. Zu den plaſtiſchen Maſſen gehören auch Celluloid und Galalith (ſ. d.), dann der ſogenannte Trockenſtuck (Holzſtuck) aus Holzmehl, Papier, Kreide und Leim und die Paſten (Kreidepaſte aus Leim, Terpentin und Kreide; Aſchenpaſte aus Holzaſche, Mehlkleiſter und zerfaſertem Papier). Die Induſtrie der plaſtiſchen Maſſen iſt für die Herſtellung zahlloſer Gebrauchs- und Luxusgegenſtände von hoher Bedeutung geworden.

Literatur: Höfer, Fabrikation künſtlicher plaſtiſcher Maſſen, 3. Aufl., Wien 1908. *Andés.*

Plateaus Figuren. Taucht man feine Drahtfiguren, z. B. Polyeder darſtellende Drahtverbindungen, in Seifenlöſung, ſo zeigen ſich nach dem Herausziehen Seifenhäutchen, die zwiſchen den durch die Drähte gebildeten Kanten ausgeſpannt ſind; z. B. ein Würfel zeigt die ſechs Diagonalebenen, von einem inneren konzentriſchen Würfel ausſtrahlend. Als Verſuchsflüſſigkeit werden Gemiſche von Seifenwaſſer und Glyzerin empfohlen. Vgl. [1], [2] und Kapillarität, Minimalfläche.

Literatur: [1] Plateau, Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires, Paris 1873. — [2] Frick-Lehmann, Phyſikal. Technik, 7. Aufl. 1905, Bd. 1, S. 846 ff., Braunſchweig 1905. — Weitere Literatur ſ. Kapillarität. *A. Schmidt.*

Platin (Platina) *Pt*, Edelmetall, Atomgewicht 194,8. Spez. Gew. 21,48. Es wird nur in gediegenem Zuſtande und faſt immer gemengt mit Iridium, Osmium, Rhodium, Ruthenium in aufgeſchwemmten Sandlagern hauptſächlich am Ural gefunden.

Nachdem das Erz ausgewaſchen, wird es unter erhöhtem Druck in Königswaſſer gelöſt. Der dann auf Zuſatz von Ammoniumchlorid ausgefällte Platinſalmiak $[Pt(NH_4)_2Cl_6]$ wird durch Glühen in eine poröſe ſchwammige Maſſe, Platinſchwamm, verwandelt, die in Kalktiegeln durch das Knallgasgebläſe zu Metallklumpen eingeſchmolzen wird. Platin iſt ein bläulichweißes Metall, hat ſtarken Metallglanz, iſt hämmerbar, duktil und ſchweißbar. Schmelzpunkt über 1700°. Geſchmolzenes Platin zeigt wie Silber die Erſcheinung des Spratzens: Aufnahme und Wiederabgabe von Sauerſtoff. Es löſt ſich nur in Königswaſſer; andre Säuren, auch Flußſäure, löſen es nicht, dagegen wird es durch ſchmelzende Alkalien ziemlich ſtark angegriffen. Mit Schwefel, Phosphor, Arſen, Chlor, Brom und Jod verbindet es ſich direkt, mit den meiſten Metallen legiert es ſich leicht, auch Kohlenſtoff und Silicium nimmt es auf. Platin namentlich als Platinſchwamm und in dem noch feineren Zuſtande als Platinmohr (durch Reduktion von Platinchlorid mit organiſchen Subſtanzen erhalten) und als Platinaſbeſt (ſ. d.) beſitzt die Eigenſchaft, Gaſe in erheblichen Mengen zu kondenſieren und dadurch Entzündung von Waſſerſtoff, von Knallgas, ferner Verbindung von Schwefeldioxyd mit Sauerſtoff zu Schwefeltrioxyd u. ſ. w. zu bewirken. Durch Reduktion einer verdünnten Platinchloridlöſung mittels Hydrazinhydrat kann man kolloidales Platin in Form einer dunkelbraunen Flüſſigkeit erhalten. — Platin dient als ſolches, zum Teil auch in Legierung mit Iridium, zur Herſtellung chemiſcher und elektrochemiſcher Geräte, zur Anfertigung von Retorten für die Schwefelſäureinduſtrie, als ſogenanntes Glanzſilber zur Dekorierung von Porzellan, in der Elektrotechnik ſowie zur Befeſtigung der Zähne an künſtlichen Gebiſſen (50% des Geſamtverbrauchs). Jahresproduktion etwa 7000 kg. Der Preis iſt großen Schwankungen unterworfen. Das Kilogramm koſtete 1880 1000 ℳ, 1890 2400 ℳ, 1892 900 ℳ, 1900 2500 ℳ, Anfang 1907 6000 ℳ und Ende 1907 3000 ℳ.

Literatur: Erdmann, Lehrbuch der anorganiſchen Chemie, 4. Aufl., Braunſchweig 1906, S. 719; Prometheus 18 (1907), S. 289. *Rathgen.*

Platinaſbeſt, platinierter Aſbeſt, wird gewonnen, indem man zerfaſerten Aſbeſt in eine Platinchloridlöſung taucht, trocknet, kurz in Salmiaklöſung taucht und nach dem Trocknen glüht. Er wird beſonders bei der Schwefelſäuredarſtellung nach dem Kontaktverfahren verwendet. *Rathgen.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Platinchloride. Bei dem Eindampfen der Löfung von Platin in Königswaffer hinterbleiben zerfließliche rotbraune Kriftalle von Platinchlorwafferftoffäure ($PtCl_4$, $2\,HCl + 6\,H_2O$), die man gewöhnlich als Platinchlorid bezeichnet. Die wäfferige Löfung dient als Reagens, da fie mit Kalium, Ammonium, Rubidium und Caefium fchwerlösliche Doppelfalze liefert. Außerdem findet fie mancherlei Verwendung in der Photographie, in der Porzellaninduftrie u. f. w. — Das wafferfreie Platinchlorid ($PtCl_4$) erhält man durch Erhitzen des Platinchlorwafferftoffs im Chorftrom, das Platinchlorür ($PtCl_2$) durch Einwirkung von Chlor auf Platinfchwamm. *Rathgen.*

Platindruck (Platinotypie), von William Willis (1873) erfundenes photographifches Kopierverfahren, welches, in verfchiedener Weife ausführbar, abfolut haltbare, unveränderliche Bilder von großer Schönheit ergibt.

Das lichtempfindliche Reagens beim Platindrucke ift oxalfaures Eifenoxyd (Ferrioxalat). Diefes wird durch Lichtwirkung zu oxalfauerm Eifenoxydul (Ferrooxalat) reduziert, welches Platinfalze (z. B. Kaliumplatinchlorür) zu metallifchem Platin (Platinfchwarz, Platinmohr) nach der Gleichung $6(C_2O_4Fe) + 3(K_2PtCl_4) = 3\,Pt + 2(C_2O_4)_3Fe_2 + Fe_2Cl_6 + 6\,KCl$ zu reduzieren vermag. Die genannte Reduktion ift jedoch zur Gewinnung eines fattfchwarzen Bildes ungenügend, weshalb noch die Anwendung von Alkalioxalaten (z. B. oxalfauerm Kalium) nötig ift. Das entftehende Doppelfalz (z. B. Kaliumferrooxalat) befitzt dann außerordentlich großes Reduktionsvermögen. — Es gibt fogenanntes Auskopierplatinpapier (Pizzighelli), welches bereits in der Präparationsfchicht alle notwendigen Subftanzen (Ferrioxalat, Kaliumplatinchlorür und Natriumoxalat) enthält und durch die Luftfeuchtigkeit oder durch Anhauchen fchon beim Kopieren kräftige Bilder ergibt, welche nur in verdünnter Salzfäure (1 : 80) zu fixieren und fchließlich zu wafchen find. — In der Praxis wird jedoch zumeift der Platindruck mit Entwicklung ausgeführt, wobei durch das Kopieren nur ein fchwaches bräunliches Bild entfteht, das erft durch Uebergießen mit warmer bezw. kalter Löfung von Kaliumoxalat voll hervorgerufen wird. Man unterfcheidet ein Verfahren mit Heißentwicklung und eines mit Kaltentwicklung. Platinpapier, welches in Blechbüchfen unter Chlorcalcium verfchloffen aufbewahrt werden muß, ift gebrauchsfertig im Handel erhältlich. Es kann aber auch ohne große Schwierigkeiten felbft hergeftellt werden, indem man geeignetes Rohpapier zunächft mit einer Gelatinelöfung oder mit Kleifter vorpräpariert (um das Einfinken des Bildes in den Papierfilz zu verhindern) und dann die lichtempfindliche Subftanz (die zur Herftellung diefer erforderliche Löfung von oxalfauerm Eifenoxyd bezieht man am beften als „Normaleifenlöfung" käuflich) im dunkeln Raume beftreicht. Durch Zugabe von Queckfilberchlorid zur Entwicklerlöfung erhält man fepiabraune Töne, ebenfo durch nachträglich erfolgende „Urantonung" (vgl. Tonbäder). Platindrucke zeichnen fich neben ihrer abfoluten Haltbarkeit noch dadurch aus, daß fie große Gleichmäßigkeit der Töne, eine völlig matte Bildfchicht und dadurch den Charakter von Zeichnungs- oder Aquatintablättern befitzen, ferner daß fie leicht mit Waffer-farben übermalt werden können. Dagegen ift das Verfahren wegen der Koftfpieligkeit der Platinfalze fehr teuer.

Literatur: Hübl, Artur Freiherr v., Der Platindruck, 2. Aufl., Halle a. S. 1902; Eder, J. M., Ausführliches Handbuch der Photographie, 4. Teil, 2. Aufl., Halle a. S. 1899; Derf., Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, 7. Aufl., Halle a. S. 1908; Keßler, H., Lehrbuch der praktifchen Photographie, 6. Aufl., Leipzig 1906. *A. W. Unger.*

Platine (Plattine), Bezeichnung für

1. Beftandteil des Jacquard-Webftuhles, f. Weberei; 2. Beftandteil der Wirkmafchinen, f. Wirkerei; 3. Beftandteil von Uhrwerken, f. Uhr; 4. im Eifenhüttenwefen Halbfabrikat zur Herftellung von Feinblechen: Flacheifenftäbe von 150—250 mm Breite werden auf dem Platinenwalzwerk, deffen Walzen nach Art der Flacheifenwalzen kalibriert find, gewalzt und von diefen die Platinen, deren Länge etwa gleich der Breite des zu erzeugenden Bleches ift, abgefchnitten; 5. weiße Kupfer-Zinklegierung mit 43 Teilen Kupfer und 57 Teilen Zink. *A. Widmaier.*

Platinenbarre, die Tragfchiene der Platinen im Wirkftuhle.

Platinenmafche, jede Mafche der Wirkware, welche unter einer Platine im Wirkftuhle gehangen hat.

Platinenftreifen, Fehlerftellen in Wirkwaren, entftanden durch Platinenmafchen von zu großer Breite.

Platinfeuerzeug (Döbereinerfche Zündmafchine). Diefes von Döbereiner 1823 erfundene Feuerzeug benutzt die Eigenfchaft des Platinfchwamms, aus der Luft fein vielfaches Volum Sauerftoff aufzunehmen und fo fehr lebhafte Verbrennungserfcheinungen zu bewirken, insbefondere Wafferftoffgas zu entzünden.



Am Holz- oder Ebonitdeckel eines 15 cm hohen zylindrifchen Glasgefäßes (f. die Figur), das mit verdünnter Schwefelfäure nicht ganz gefüllt ift, hängt in die Säure eine unten offene Glocke aus Glas und in diefer ein Stück Zink, woran fich Wafferftoff entwickelt. Vom oberen Teil der Glocke führt eine durch Hahn verfchließbare Röhre horizontal umgebogen das aus feiner Oeffnung austretende Wafferftoffgas in eine Hülfe, innerhalb deren ein mit Platinfchwamm bedecktes feines Netz aus Platindraht ausgefpannt ift. Das aus der andern Seite der Hülfe austretende Gas ift zum Flämmchen entzündet. Bei gefchloffenem Hahn füllt fich die Glocke mit Gas, wodurch das Zink außer Berührung mit der Säure kommt. Mit der Zeit hört die

Aktivität des Platinſchwamms auf, ſie kann durch Benetzen mit Salpeterſäure und ſchwaches Ausglühen wiederhergeſtellt werden. Eine Verbeſſerung des Feuerzeugs iſt als Hofmanns Feuerzeug verbreitet. Der Becher iſt durch Hinzufügen von einer Kohleplatte an ſeinem Boden und von Leitungen zu einem galvaniſchen Element vervollſtändigt; ſtatt der Hülſe mit Platinſchwamm dient eine feine Spirale aus Platindraht. Dieſe wird durch den Strom glühend und entzündet in ſicherer Weiſe das Gas. *A. Schmidt.*

Platinkarbide, nicht näher bekannte Verbindungen des Platins mit Kohlenſtoff, welche nur unter dem Einfluſſe ſehr hoher Temperaturen entſtehen.

Platinlegierungen, Vereinigungen des Platins mit andern Metallen, insbeſondere mit Gold, Silber, Kupfer, Palladium und Iridium.

Die Legierungen mit Iridium zeichnen ſich durch Unveränderlichkeit an der Luft und große Härte aus; ſie dienen daher zur Herſtellung von Normalmaßſtäben (90 % Platin, 10 % Iridium). Legierungen mit 20—30 % Iridium ſind ebenfalls noch ſehr hart, dabei aber hämmerbar; von Königswaſſer werden ſie nur ſehr wenig angegriffen. Legierungen des Platins mit Gold, Silber oder Palladium dienen zur Herſtellung künſtlicher Gebiſſe, zu Schmuckwaren (platin au titre). Federplatin beſteht aus 4 Teilen Platin, 3 Teilen Silber und 1 Teil Kupfer und dient zur Herſtellung nichtroſtender Stahlfedern.

Platinmetalle, ſ. Platin, Palladium, Iridium, Osmium, Rhodium, Ruthenium.

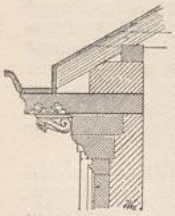
Platinmohr, -ſchwamm, -ſchwarz, ſ. Platin.

Platt, ſ. Leoniſche Waren.

Plattbank (Plattbankhobel), ſ. Hobeln, Bd. 5, S. 68.

Plattdecke, eine flache, nicht durch Felder gegliederte Decke.

Platte, 1. wichtiges Bauglied zu wagerechter Abgrenzung von Bauteilen, entweder a) ſchwach vortretend, als Gurte oder Band zur Trennung von Stockwerken, b) Unterlage eines Pfeilers oder einer Säule (Plinthe, ſ. d.), c) deckendes Glied eines Kapitäls (ſ. Abakus), d) weit ausladend und mit Waſſernaſe verſehen als Hängeplatte (ſ. d., Bd. 4, S. 731).



Als ſolche bildet ſie den Hauptteil eines Bekrönungsgeſimſes und wird durch tragende Unterglieder, wie Zahnſchnitte, Eierſtab, Tragſteine, unterſtützt. Ueber der Platte liegt die Traufe oder die Dachrinne (ſ. d., Bd. 2, S. 508), welche in Form einer krönenden Sima ausgebildet ſein kann. Die weite Ausladung der Platte iſt konſtruktiv ſicherzuſtellen: a) die Platte ſoll auf die ganze Mauerſtärke durchgreifen, b) der eingreifende Teil iſt entweder durch den Fuß des Daches oder durch Aufmauerung zu belaſten oder auch durch eiſerne Verankerung mit der unteren Mauer zu verbinden, c) der vorſtehende Teil der Platten kann durch Kaſſetten (ſ. die Figur) in den Feldern zwiſchen den Tragſteinen in ſeiner Maſſe verringert und dadurch der Schwerpunkt der Platte weiter nach hinten gerückt werden.

2. Flacher, in einer Ebene bearbeiteter, natürlicher oder künſtlicher Stein zu einem Fußbodenbelag (Bodenplatte, Fliefe). Die Bearbeitung der natürlichen Steine iſt eine ſehr verſchiedene, vom einfachen „Flächen“ der plattenartig brechenden Sand- oder Kalkſteine bis zum Schleifen und zur ſpiegelnden Politur der feinſten ſehr harten Steinarten, wie Syenit oder Marmor (ſ. Fußboden aus Stein, Bd. 4, S. 221 f.). — 3. Abplattung in der Füllung der Täferungen oder Zimmertüren. — 4. Obere Holz- oder Steinfläche eines Tiſches. — 5. Flacher Teil der Glockenſcheibe. — 6. Sandbank, Untiefe, vorſpringendes, niedriges Ufer. — 7. Floß, Fähre, flachbordiges Küſtenfahrzeug. *Weinbrenner.*

Platten werden hier hinſichtlich ihrer Feſtigkeit als ebene, freitragende Wandungen beſprochen. Ueber Anker- und Auflagerplatten ſ. Bd. 1, S. 216 u. 355.

Plattenförmige Körper finden ſich an Maſchinenteilen als: ebene Keſſel- und Zylinderböden, Deckel, Kolbenſcheiben, Klappen, Ventilteller, Wände von Schieberkaſten, Schiebern, Dampfkanälen oder als Teile ſolcher Wandflächen zwiſchen den Verſtärkungsrippen. Die grundlegende Theorie von Grashof [1] ſowie die von Winkler ſind in den Lehrbüchern, z. B. [11], entwickelt und weiter ausgebildet. Eine einfache Annäherungsberechnung hat v. Bach [3] in der Weiſe vorgenommen, daß er die Platte wie einen ſymmetriſch belaſteten Träger berechnet für einen Querſchnitt, der ſo durch die Mitte der Platte gelegt wird, daß er mit dem beim Bruch vorausſichtlich entſtehenden Riſſe zuſammenfällt (Fig. 1—4). Nach einer andern Methode [7] betrachtet er ſchmale Streifen, die quer durch die Platte gehen. Seine Verſuche [3]—[6] und [8] geben im allgemeinen einen Anhalt für die Richtigkeit der theoretiſchen Berechnungen und bieten Koeffizienten für einzelne Fälle. Infolge der Wölbung ebener Platten unter der Preſſung vermindert ſich die Biegungsſpannung zugunſten einer mäßigen Zugſpannung, ſo daß bei hoher Beanſpruchung beſonders für dünne, zähe Platten (aus Flußeiſen) die Biegungsſpannung verhältnismäßig geringer erſcheint, als der Anſtrengung der ebenen Platte bei mäßiger Preſſung entſprechen ſollte.

Die im folgenden zuſammengefaßten Angaben gelten für Platten von der Stärke h mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kreisrunder Form (Fig. 1) vom Radius r; elliptiſche Platten (Fig. 2) mit den Halbachſen a und b und dem Längenverhältnis $\alpha = a/b$ oder dem Breitenverhältnis $\beta = b/a = 1/\alpha$; für quadratiſche Platten (Fig. 3) mit der Seitenlänge e; rechteckige (Fig. 4) mit der Länge l und der Breite e mit $\alpha = l/e$ und $\beta = e/l = 1/\alpha$; ſowie für beliebig lange Streifen von der Breite e — alle Maße in Zentimetern —, ſowohl für gleichmäßig verteilten (Flüſſigkeits-)Druck von p Atmoſphären Ueberdruck, als auch für eine auf die Mitte der Platte in einer Kreisfläche vom Radius r_0 drückende Kraft von P kg. Anzugeben iſt die größte Biegungsſpannung s und die Durchbiegung f.

Am Rande feſt eingeſpannte Platten unter p Atmoſphären Ueberdruck erleiden allgemein die Beanſpruchung $s = k \cdot Q/h^2$. An runden Platten mit $Q = \pi r^2 p$ wirkt die größte Spannung $s = 0{,}22 \cdot Q/h^2$ (alſo mit $k = 0{,}22$) radial am äußeren Umfang [1]. Anderwärts [10] wird der Wert von k angegeben zu 0,25 für Gußeiſen und 0,16 für Flußeiſen, wachſend bis 0,38 bezw. 0,24, je nachdem die Befeſtigung des Randes von feſter Einſpannung bis zur loſen Stützung übergeht. Für elliptiſche Platten mit $Q = \pi a b p$ iſt nach [3] der Wert $k = (0{,}44 \text{ bis } 0{,}64)/(\alpha + \beta)$; nach [11] etwas größer $k = 0{,}64\,\beta\,(1{,}5 - \beta)$ mit einem Höchſtwert für $\beta = 3/4$ oder $\alpha = 4/3$,

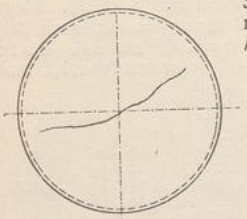


Fig. 1.

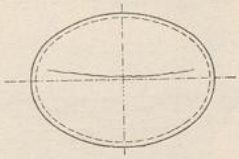


Fig. 2.

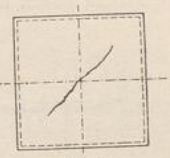


Fig. 3.

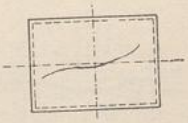


Fig. 4.

wobei die Beanſpruchung 1,12 mal ſo groß wird wie bei einer gleichgroßen kreisrunden Platte. Die quadratiſche Platte mit $Q = e^2 p$ hat $k = 0{,}25$ oder 0,20. Für die rechteckige Platte mit $Q = e\,l\,p$ ergibt ſich die größte Spannung an den Enden der kürzeren Mittellinie des Rechtecks und berechnet ſich [1] mit $k = 0{,}50\,\alpha/(\alpha^2 + \beta^2)$; hiernach werden Platten mit dem Längenverhältnis 1 bis 1,8 höher beanſprucht als gleichgroße quadratiſche Platten, und zwar bis 1,14fach bei dem Längenverhältnis 4 : 3, wie ſolche an Schieberkaſten, Dampfkanälen u. ſ. w. ſehr oft vorkommen. Nach andern Angaben iſt $k = (0{,}40 \text{ bis } 0{,}50)/(\alpha + \beta)$ im ganzen geringer und ohne jene Steigerung der Spannung. Lange Streifen zeigen an den Rändern die größte Spannung $s = 0{,}50\,e^2\,p/h^2$ oder auch $s = (0{,}44 \text{ bis } 0{,}75)\,e^2\,p/h^2$.

Eine quadratiſche, in den Eckpunkten feſtgehaltene Platte, z. B. ein Feld der Feuerbüchswand zwiſchen vier Stehbolzen, erfährt mit $k = 0{,}23$ die höchſte Spannung in der Mitte. Die für dieſen Fall angeſtellten Verſuche [5] ergaben für eingeſchraubte und vernietete Stehbolzen von der Schraubenſtärke d (Fig. 5) $k = 0{,}28/(1 - 0{,}7\,d/e)$, z. B. $k = 0{,}33$ für $d/e = 1/4{,}5$; für eingeſchraubte und beiderſeits mit Muttern auf Unterlagſcheiben befeſtigte Stehbolzen (Fig. 6) nur $(1 - 1{,}8\,d/e)$ mal ſo viel oder $k = 0{,}20$ für $d/e = 1/4{,}5$; und $k = 0{,}25\,(1 - 0{,}9\,D/e)$, wenn die Platte mit einer faſt gleichſtarken runden Scheibe an jedem Stehbolzen im Lochkreiſe D vernietet iſt (Fig. 7).

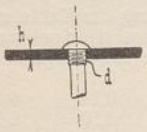


Fig. 5.

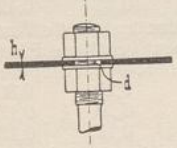


Fig. 6.

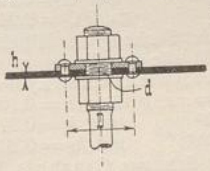


Fig. 7.

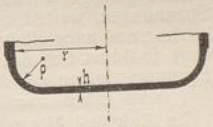


Fig. 8.

Ebene runde Platten mit Bordrand (Fig. 8) erleiden, nach [6] näherungsweiſe, die Beanſpruchung $s = (1 - \varrho/r)\,k\,Q/h^2$ mit $k = 0{,}25$ für Gußeiſen und 0,12—0,16 für Flußeiſen. Hierzu kommt noch eine Zugſpannung $\varrho\,p/2\,h$, die nur bei großer Abrundung merklich hervortritt und für halbkugelförmig gewölbte Zylinderböden, bei denen $\varrho = r$ und $s = 0$ iſt, allein übrigbleibt, entſprechend $Q/2\,\pi\,r\,h$.

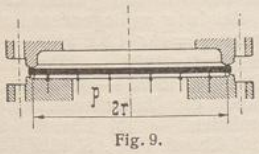


Fig. 9.

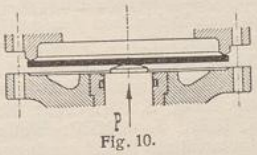


Fig. 10.

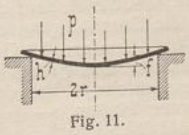


Fig. 11.

Am Rande loſe aufliegende Platten (Fig. 11), z. B. ebene Ventilteller, erfahren durch Flüſſigkeitsdruck die ſtärkſte Anſtrengung in der Mitte, und zwar 1,3—1,6 mal ſoviel wie die am Rande eingeſpannten Platten; z. B. mit $k = 0{,}28 - 0{,}36$ ſtatt 0,22.

Bei der Verſuchseinrichtung v. Bachs [3] nach Fig. 9 war die Platte von unten durch Flüſſigkeit belaſtet und am Rande durch einen Kupferdraht abgedichtet; von oben wurde der Rand mit einer 2,5 mm breiten Anlage ringsum angedrückt, ebenſo wie in Fig. 10 bei der Belaſtung mit einer Einzelkraft in der Mitte. — Vergleichsweiſe hat man für einen gleichmäßig

belafteten Träger mit feft eingefpannten Enden das größte Moment $Q\,l/12$ an den Enden, bei freier Stützung $Q\,l/8$ in der Mitte, alfo 1,5mal fo viel; bei nachgiebiger Einfpannung der Enden werden im günftigften Falle die Momente an jenen beiden Stellen gleich groß, und zwar nur $Q\,l/16$, alfo $^3/_4$ bezw. $^1/_2$mal fo groß wie die vorigen. Hiernach läßt fich der Einfluß der Randbefeftigung an Platten in manchen Fällen abfchätzen [7].

Ebene Wandungen von Dampfkeffeln und Dampfgefäßen von Flußeifen berechnet v Bach [7], indem er ftatt der Biegungsfpannung die Zugfpannung mit einem Faktor $n\,(1+\beta^2)$ einführt und $n=4/3$ für rechteckige und $^7/_4$ für elliptifche Platten fetzt. Danach findet fich für alle Formen Fig. 1—4 die Zugfpannung $\sigma=0{,}38\,Q/h^2\,(\alpha+\beta)$ bei dem vorftehend günftigften Falle der Randbefeftigung.

Wenn die Platte durch eine Einzelkraft von P kg in der Mitte auf einer Kreisfläche vom Radius r_0 belaftet wird, kann man wieder die größte Spannung $s=k\,P/h^2$ fetzen. Für eine runde Platte mit feft eingefpanntem Rande (Fig. 12) gilt $k=0{,}43$ am äußeren Rande, und in der Mitte $k_0=\log(r/r_0)$; diefer letzte Wert ift der größere, wenn $r/r_0>2{,}7$ ift. Liegt der Rand lofe auf, fo ift $k=0{,}334+\log(r/r_0)$ zu fetzen, z. B. 1,33 für $r/r_0=10$; nach [10] wäre etwa $k=1{,}5-r_0/r$; aus Verfuchen [3] mit Fig. 10 ergab fich $k=1{,}47$ und 1,6. Lofe aufliegende elliptifche Platten haben näherungsweife $k=0{,}8\,\beta\,(3-\beta)$; quadratifche 1,5 und rechteckige $3/(\alpha+\beta)$.

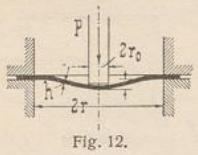


Fig. 12.

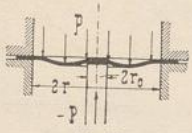


Fig. 13.

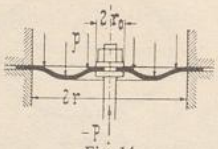


Fig. 14.

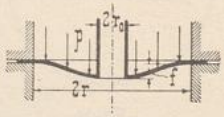


Fig. 15.

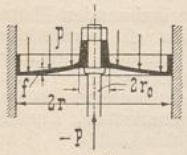


Fig. 16.

Als befondere Fälle find kreisrunde Platten mit feft eingefpanntem Rande unter Flüffigkeitsdruck mit Stützung der Mitte in einem Kreife vom Radius r_0 in [1] behandelt. Unter der Gefamtbelaftung $Q=\pi r^2 p$ beträgt, wenn die Plattenmitte lofe in der Ebene des Randes geftützt wird, der Auflagerdruck $^1/_4\,Q$. Im Fall Fig. 13 wirkt die größte Spannung $s=k\,Q/h^2$ mit $k=0{,}11$ radial am äußeren Rande, wenn $r_0/r>0{,}138$ ift, andernfalls tangential im Radius r_0, wo $k_0=0{,}11\,(ln\,[r/r_0]-1)$ gilt, wobei $ln\,(r/r_0)=2{,}3\log(r/r_0)$ ift. Für $r_0/r=0{,}01$ ift z. B. $k=0{,}40$; für 0,05 wird $k=0{,}22$ wie bei der Platte ohne Mittelftütze; für 0,10 ift $k=0{,}14$ und für 0,138 bis 1 gilt $k=0{,}11$. Wenn aber die Plattenmitte feft eingefpannt ift (Fig. 14), ergibt fich mit $Q=\pi r^2 p$ für $r_0/r=$ 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

die Spannung außen	$s=k\,Q/h^2$	mit $k=$	0,10	0,08	0,06	0,05	0,03
innen	$s=k_0\,Q/h^2$	mit $k_0=$	0,25	0,15	0,10	0,07	0,04
die Stützkraft P gegen Q		zu $P/Q=$	0,29	0,35	0,42	0,48	0,54.

Eine geringe Hebung oder Senkung der Mittelftütze ändert die Verteilung der Kräfte und der Spannungen wefentlich. Ift die im Radius r_0 eben gehaltene Plattenmitte frei verfchiebbar und unbelaftet (Fig. 15) wie an einem Zylinderdeckel mit Stopfbüchfe (ohne Stopfbüchsreibung), fo findet fich mit $Q=\pi r^2 p$ für $r_0/r=$ 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

die Spannung außen	$s=k\,Q/h^2$	mit $k=$	0,21	0,20	0,17	0,14	0,11
innen	$s=k_0\,Q/h^2$	mit $k_0=$	0,20	0,17	0,13	0,10	0,07.

Im Anfchluß hieran läßt fich aus Grashofs Theorie eine ebene Kolbenfcheibe berechnen (Fig. 16), die in der Mitte bis zum Radius r_0 eingefpannt ift und mit der Kraft $P=Q$ getragen wird, am äußeren Rande aber verfchiebbar ift und durch einen Bordrand eben gehalten wird [9]. Man erhält mit $Q=\pi r^2 p$ für $r_0/r=$ 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

die Spannung außen	$s=k\,Q/h^2$	mit $k=$	0,20	0,17	0,13	0,10	0,07
innen	$s=k_0\,Q/h^2$	mit $k_0=$	1,37	0,82	0,52	0,33	0,21.

Ueber Verfuche mit Kolben und Scheiben berichtet v. Bach in [8] unter dem Vorbehalt der rechnungsmäßigen Verwertung der Ergebniffe.

Die **Durchbiegung** ebener Platten erreicht f cm, und zwar ift bei feftem Einfpannung des Randes für kreisrunde Platten $f=p\,r^4/6\,E\,h^3$, bezw. $f=P\,r^2/4{,}5\,E\,h^3$; für quadratifche $f=p\,e^4/64\,E\,h^3$, für rechteckige $f=p\,e^2\,l^2/32\,E\,h^3\,(\alpha^2+\beta^2)$, für Streifen von großer Länge $f=p\,e^4/32\,E\,h^3$, für Felder zwifchen Stehbolzen $f=p\,e^4/36\,E\,h^3$. Bei lofe aufliegendem Rande ift die Durchbiegung einer kreisrunden Platte $f=0{,}7\,p\,r^4/E\,h^3$, bezw. $f=P\,r^2/1{,}8\,E\,h^3$.

Literatur: [1] Grashof, Theorie der Elaftizität und Feftigkeit, Berlin 1878. — [2] v. Bach, Elaftizität und Feftigkeit, Stuttgart 1905, und Mafch.-Elemente, Stuttgart 1908. — [3] Derf., in der Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1890, S. 1041/1144: Verfuche über die Widerftandsfähigkeit ebener Platten. — [4] Ebend. 1893, S. 489/530: Waffer kammerplatten. — [5] Ebend. 1894, S. 341/381: Durch Stehbolzen unterftützte Keffelwandungen. — [6] Ebend. 1897, S. 1157/1226: Unterfuchung flacher Böden. — [7] Ebend. 1906, S. 1940/1944: Widerftandsfähigkeit ebener Wandungen. — [8] Ebend., Forfchungsarbeiten, Heft 31, Berlin 1906: Verfuche an Scheibenkolben. — [9] Reymann, Feftigkeit und Reibung der Dampfkolben, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1896, S. 85/125, f. a. Bd. 2, S. 590. — [10] Tafchenbuch der Hütte, Berlin 1905, S. 454 ff., nach Vorft. bearbeitet. — [11] Föppl, Techn. Mechanik, Bd. 3, Feftigkeitslehre, Leipzig 1900. — [12] Forchheimer, Die Berechnung ebener und gekrümmter Behälterböden, Zeitfchr. f. Bauwefen 1894, S. 450.

Lindner.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Platten, photographiſche, ſ. Bromſilbergelatine, Bromſilberkollodium, Chlorſilbergelatine, Emulſion, Gelatineemulſionen, Kollodium, Orthochromaſie und Photographie. *J. M. Eder.*

Plattenabwicklung der Außenhaut eines eiſernen Schiffes, die Abwicklung der einzelnen Gänge derſelben, die den Verlauf der einzelnen Plattengänge ſowie die Anordnung der Plattenſtöße und -nähte und etwaige Doppelungen erkennen läßt (ſ. a. Schiffbau). *T. Schwarz.*

Plattenbiegemaſchinen dienen im Unterſchied von den Blechbiegemaſchinen (ſ. Biegemaſchinen, Bd. 1, S. 782) zum Biegen dickerer Bleche, wie Keſſelbleche, Panzerplatten u. ſ. w. Dieſe Maſchinen arbeiten entweder a) als Preſſen mit Stempeln oder b) mit Walzen.

a) **Biegepreſſen.** Der Vorgang beim Biegen beſteht darin, daß die zu biegende Platte zwiſchen zwei auf der einen Plattenſeite und einem in der Mitte zwiſchen dieſen auf der andern Plattenſeite befindlichen Auflagerbalken dem Preßdruck ausgeſetzt wird.

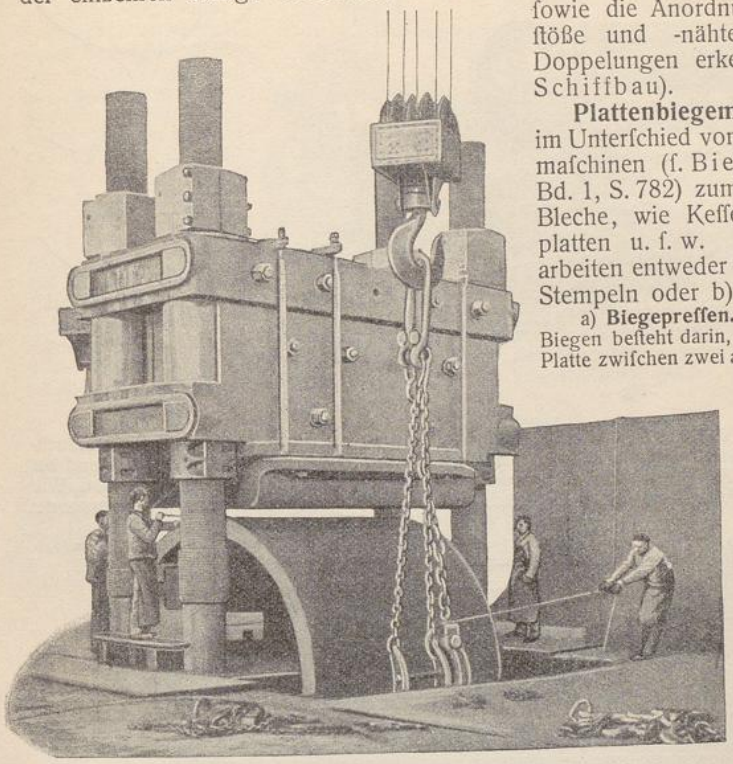


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Panzerplattenbiegepreſſe der Kruppſchen Werkſtätten für maximal 7000 t Preßdruck bei 550 Atmoſphären Waſſerdruck. Der Preßſtempel bewegt ſich beim Preſſen von unten nach oben. Der Betrieb erfolgt durch dampfhydrauliſche Drucküberſetzer (vgl. a. Preſſen, hydrauliſche, Schmiedepreſſen).

Fig. 2 ſtellt eine vertikale hydrauliſche Plattenbiegemaſchine (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) dar. Sie iſt für Bleche bis 4 m Breite und 50 mm Stärke beſtimmt. Sie beſteht aus einem geſchloſſenen Rahmen *a b c d*, innerhalb deſſen der Stempel *e* durch das mit Rollen verſehene und hydrauliſch (Zylinder *f*) betätigte Geſtänge *g* infolge der geneigt angeordneten Bahnen *h h* verſchoben wird. Zum Zurückziehen des Preßſtempels dient der Rückzugszylinder *i*. Um geſchloſſene Ringe entfernen zu können, kann das Rahmenſtück *k* hydrauliſch nach oben gedreht werden. Iſt der Raum oberhalb der Preſſe beſchränkt, ſo wird die Konſtruktion derart getroffen, daß das den Ring umſchließende Rahmenſtück aus ſeinem Verband gelöſt und in eine Grube verſenkt werden kann. Der Vorſchub des Blechs erfolgt automatiſch. Dieſe vertikalen Biegemaſchinen haben den Vorteil, daß die Handhabung der Bleche eine leichtere iſt, daß das Biegen auch des Randes erfolgen kann und daß auch die ſtärkſten Bleche in kaltem Zuſtande gebogen werden können.

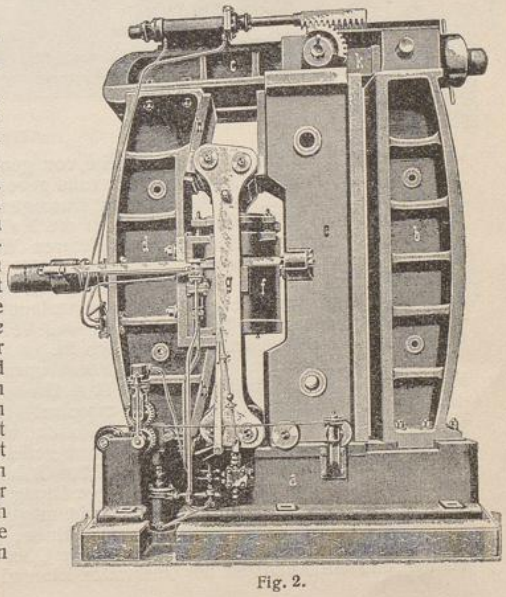


Fig. 2.

b) **Biegemaſchinen mit Walzen.** Dieſe Maſchinen beſitzen entweder drei Biegewalzen nach Fig. 3 oder vier nach Fig. 4. Bei der Anordnung nach Fig. 3 ruht die Walze *A* loſe in ihren Lagern und iſt gegen die beiden Walzen *B B*, welche angetrieben werden, verſtellbar; bei der Anordnung Fig. 4 wird das Werkſtück zwiſchen die feſtgelagerte Walze *A* und die verſtellbare Walze *B* eingeklemmt, die beide angetrieben ſind, während die Walzen *C C* loſe in ihren Lagern

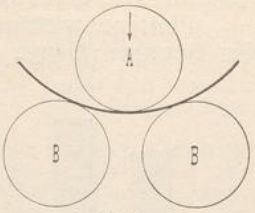


Fig. 3.

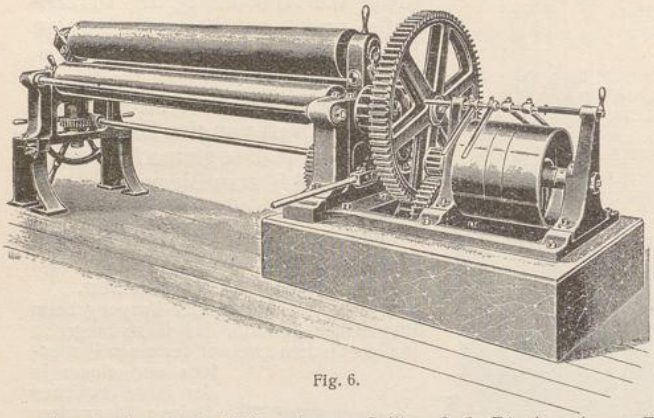


Fig. 6.

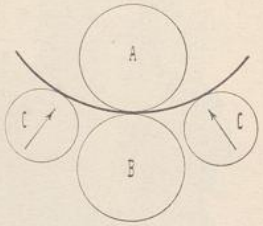


Fig. 4.

ruhen und nach der Walze *A* zu verſtellbar ſind. Die Anordnung Fig. 4 iſt die weniger gebräuchliche; ſie hat den Vorteil, daß ſie auch das Rundbiegen der Blechenden geſtattet, während bei den Maſchinen nach Fig. 3 ein mehr oder weniger breiter ungebogener Streifen verbleibt. Will man auch bei der Anordnung Fig. 3 die Enden der Platten gebogen erhalten, ſo verwendet

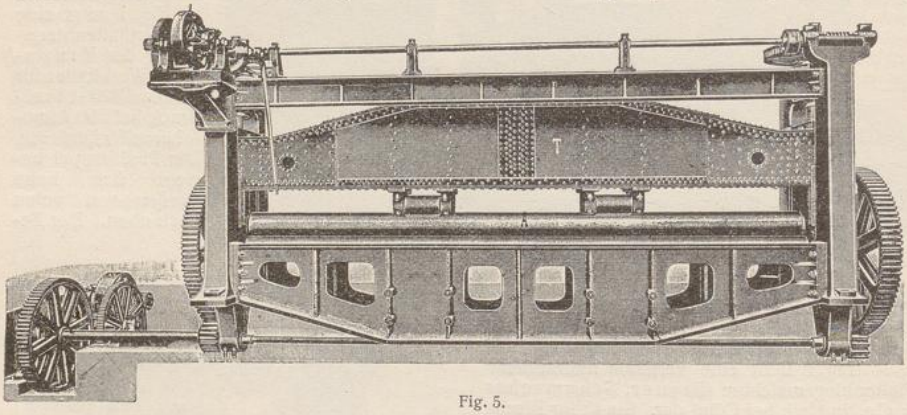


Fig. 5.

man vorrätig gehaltene gebogene Bleche von genügender Breite, die man in die Maſchine einlegt und in denen die Enden der Bleche rund gebogen werden. — Zur Erzielung der gewünſchten Rundung iſt eine größere Anzahl von Durchgängen des Arbeitsſtücks zwiſchen den Walzen notwendig; aus dieſem Grunde beſitzen die Maſchinen Umkehrgetriebe (Wendegetriebe). Die die Durchbiegung bewirkenden, verſtellbaren Walzen (*A* Fig. 3, *C C* Fig. 4) werden hierbei während der verſchiedenen Durchgänge allmählich ſo lange nachgeſtellt, bis die gewünſchte Rundung erzielt iſt. Die Maſchinen ſind in der Regel derart eingerichtet, daß ſie geſchloſſene Ringe (Schüſſe) herzuſtellen geſtatten; dies verlangt, daß keine Geſtellteile u. ſ. w. die Herſtellung des geſchloſſenen Rings behindern und daß Vorkehrungen getroffen werden, daß eine Entfernung des geſchloſſenen Rings möglich iſt.

Fig. 5 ſtellt eine horizontale Plattenbiegemaſchine (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) für Schiffsbleche bis 11 m Breite und 40 mm Stärke mit elektriſchem Antrieb dar. Die Oberwalze *A*, deren Dicke zweckmäßigerweiſe gering gehalten wird, ſtützt ſich zur Verhinderung der Durchbiegung gegen Rollen, die an dem Verbindungsträger *T* gelagert ſind. Für die Verſtellung iſt ein auf die Maſchine geſtellter, beſonderer Motor vorhanden; eine Kupplung in der die Bewegung nach der rechten Geſtellſeite übertragenden Welle geſtattet die Oberwalze zwecks Herſtellung koniſcher Ringe ſchräg einzuſtellen. Infolge der über der Oberwalze befindlichen Geſtellteile u. ſ. w. iſt es nicht möglich, geſchloſſene Ringe herzuſtellen.

Fig. 6—10 zeigen Plattenbiegemaſchinen, welche auch die Herſtellung geſchloſſener Schüſſe geſtatten. Die zur Verſtellung der Oberwalze dienende Welle iſt deshalb nach unten verlegt, und ein Abſtützen der Oberwalze kann nicht mehr ſtattfinden. — Um den geſchloſſenen

Schuß abziehen zu können, iſt bei der Maſchine Fig. 6 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) das linke Oberwalzenlager umklappbar geſtaltet. Das Gewicht der Oberwalze erſchwert indeſſen das Herausziehen des Schuſſes, und es iſt deshalb bei den Biegemaſchinen Fig. 7 und 8 (Dampfkeſſel- und Gaſometerfabrik A.-G. vorm. A. Wilke & Co. in Braunſchweig) die Oberwalze mit einer Verlängerung (Kippſchwanz) verſehen, deren Ende ſich gegen ein durch Zugſtangen mit dem Geſtell verbundenes, verſtellbares Lager ſtützt, ſo daß die Oberwalze leicht ſchräg geſtellt werden kann. Die gleiche Einrichtung hat auch die Maſchine Fig. 9 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln). Beim Abziehen geſchloſſener Schüſſe wird bei Fig. 7 das Endlager der Oberwalze umgeklappt, das zur leichteren Handhabung durch Gegengewichte ausbalanciert iſt, bei Fig. 8 und 9 iſt das Endlager der Oberwalze in einem beſonderen Ständer gelagert, der bei Fig. 8 zunächſt ſeitwärts mit Hilfe von Schraubenſpindel und -mutter geſchoben

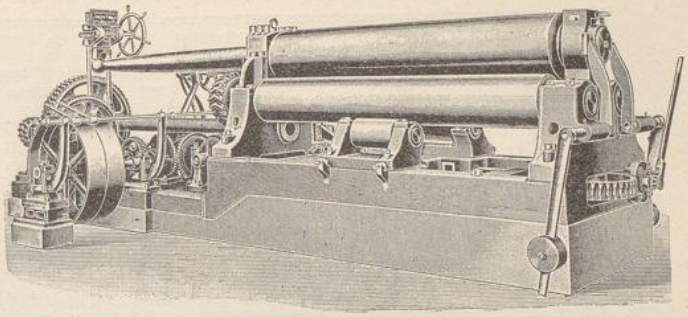


Fig. 7.

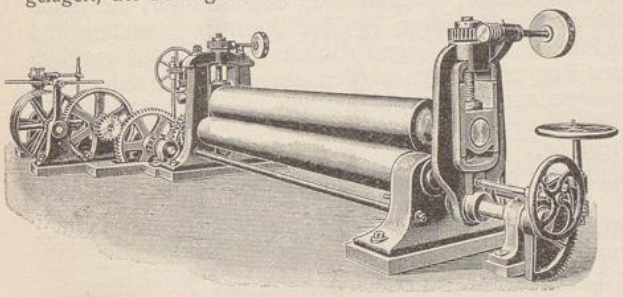


Fig. 8.

und dann mittels Schnecke und Schneckenradſegments um die Achſe des letzteren gekippt wird, während bei Fig. 9 der Ständer für die Oberwalze um eine unten liegende Drehachſe umgelegt wird.

Die Verſtellung der Oberwalze geſchieht mit Hilfe von Schraubenſpindeln und feſtgelagerten drehbaren Muttern, die in feſter Verbindung mit einem Schneckenrad ſtehen. Dieſe Muttern und Schraubenſpindeln befinden ſich bei Fig. 6 und 7 unterhalb, bei der Fig. 8 und 9 oberhalb der Lager der Oberwalze.

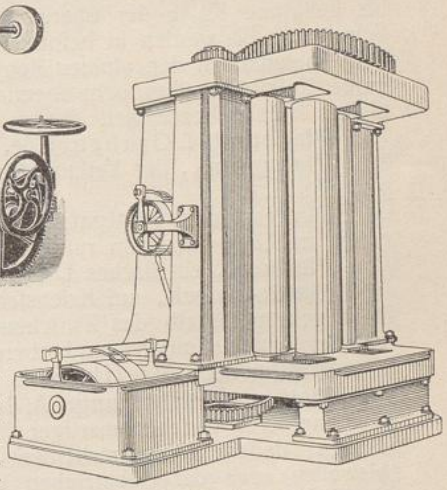


Fig. 10.

Fig. 10 zeigt eine vertikale Plattenbiegemaſchine (Fr. Mönkemöller & Cie. in Bonn). Sie beſitzt

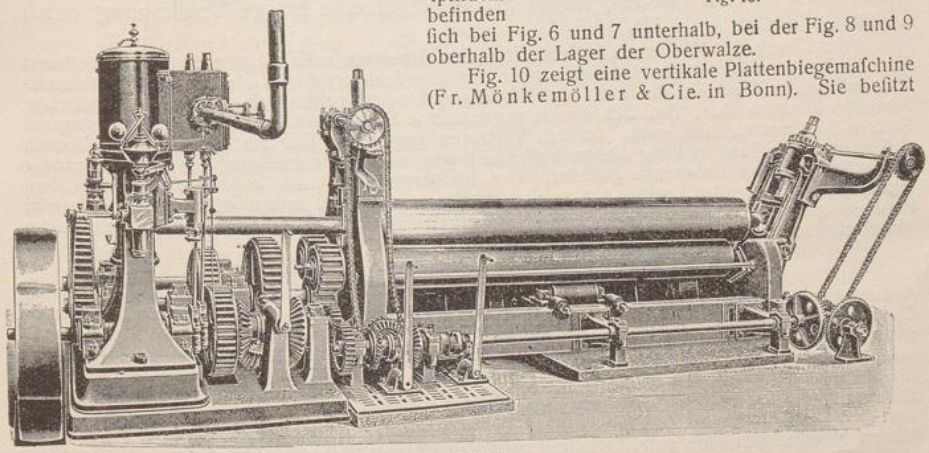


Fig. 9.

den Vorteil leichterer Handhabung der zu biegenden Platten. — Um einen geschlossenen Schuß aus der Maschine entfernen zu können, wird die innerhalb des Schusses befindliche Walze mittels eines Krans nach oben gezogen [1].

Die gebräuchlichsten Abmessungen dieser Biegemaschinen gehen aus folgender Tabelle (Dampfkessel- und Gasometerfabrik A.-G. vorm. A. Wilke & Co. in Braunschweig) hervor.

Größte Stärke der kalt zu biegenden Bleche	Größte Breite der kalt zu biegenden Bleche	Durchmesser der Oberwalze	Durchmesser der Unterwalze	Ballenlänge der Walzen	Kraftbedarf
mm	mm	mm	mm	mm	ca. PS.
20	2750	330	275	2800	8
10	4500	330	275	4550	10
20	3000	350	300	3050	12
25	3000	420	340	3050	15
25	3500	450	350	3550	18
15	5000	420	340	5050	20
30	3000	450	380	3050	25
30	4000	525	420	4050	30
30	5000	550	450	5100	40

Literatur: [1] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. *A. Widmaier.*

Plattendrücker, s. Nieten, Bd. 6, S. 618.

Plattengang, ein durchlaufender Plattenstreifen der stählernen Außenhaut eines Schiffes.

Plattenkalk, dünn- bis dickplattige, gutspaltbare, ebenflächige, hellgelbe bis hellgraue Kalke der oberen Juraformation (weißer Jura) in Franken und Schwaben. Sie werden in besonders feinen Lagen (Solnhofen) als Lithographiesteine benutzt. In den alpinen Keuperschichten werden ebenfalls gutgeschichtete, graue Kalksteine über dem sogenannten Hauptdolomit und Dachsteinkalk mit diesem Namen bezeichnet. *Leppla.*

Plattenriß, s. Grubenrisse.

Plattenstrak, der Verlauf der oberen und unteren Kante eines Plattenganges (s. d.).

Plattes Heck, Plattgat, Schiffsheck mit flacher Hinterfläche, Spiegel genannt, im Gegensatz zum runden Heck (Rundgat).

Plattform, ein flaches Dach; auch s. v. w. Gichtbühne am Hochofen.

Plattformdeck, auf Kriegsschiffen, meist nichtdurchlaufendes Deck ohne Deckbucht unterhalb des Zwischendecks. Bei mehreren Plattformdecks unterscheidet man ein unteres und oberes. *T. Schwarz.*

Platthacke, s. Breithaue.

Plattieren, Plattierung. A. In der Metallindustrie das Vereinigen zweier oder mehrerer verschiedenartiger Metalle zu einem fest aneinander haftenden Ganzen, dessen Weiterverarbeitung ohne Gefahr der Trennung erfolgen kann (bisweilen auch das Ueberziehen von Metallgegenständen mit einem dünnen Blech eines andern Metalls, wobei in der Regel eine innige Vereinigung durch Löten stattfindet; vgl. [1]).

Der Zweck des Plattierens besteht darin, den Arbeitsgegenstand entweder als aus besserem Material bestehend erscheinen zu lassen oder ihm eine schönere Farbe oder größere Widerstandsfähigkeit gegen Einflüsse der Luft, des Wassers u. s. w. zu geben, als sie das als Unterlage dienende Metall besitzt, das sich jenem gegenüber z. B. durch höhere Festigkeit, geringeren Preis u. s. w. auszeichnen kann. Andern Verfahren gegenüber hat das Plattieren den Vorteil, daß es die Herstellung beliebig dicker, besser haltbarer, bei der Verarbeitung sich nicht trennender oder abbröckelnder Ueberzüge gestattet. Das Plattieren kann auch angewendet werden, um sehr dünne Bleche oder Drähte aus edelm Metall zu erhalten, indem das plattierte Material dünn ausgewalzt bezw. ausgezogen und hierauf das (unedle) Plattiermetall durch chemische Mittel entfernt wird.

Die **Herstellung plattierter Bleche** kann auf folgende Weise erfolgen:

a) Durch Aufgießen des einen flüssig gemachten Metalls auf das andre und darauffolgendes Auswalzen. In dieser Weise kann z. B. Zinn mit Bleiblech plattiert werden. Die reingeschabte Bleiplatte wird mit geschmolzenem Zinn und etwas Kolophonium angerieben, das Zinn in entsprechender Schicht aufgegossen, hierauf das Ganze ausgewalzt. Wegen der ungleichen Streckung beider Metalle plattiert man besser das Blei auf beiden Seiten mit Zinn, indem die reingeschabte Bleiplatte in einer eisernen Gußform, in der sie durch Zinnstücke gleich weit von den Wänden abstehend gehalten und mit Zinn umgossen wird;

b) Durch einfaches Zusammenpressen der miteinander zu plattierenden, in der Regel erhitzten Metalle. Für eine gute, haltbare Plattierung ist metallische Reinheit der zu plattierenden

Metalle notwendig. Zinn und Blei plattieren ſich ſchon bei gewöhnlicher Temperatur, Zink und Blei bei mäßiger Erwärmung. Die Edelmetalle (Gold, Silber, Platin u. ſ. w.) werden mit andern Metallen und Legierungen dadurch plattiert, daß die metalliſch rein geſchabten Platten mit Knoblauch beſtrichen, mit einem Schutzblech umwickelt, in einem Muffelofen auf Rotglut erhitzt und hierauf in einer hydrauliſchen Preſſe einem ſtarken Druck unterworfen werden, worauf das Auswalzen erfolgt;

c) Durch Erzeugung einer dünnen Schicht des einen Metalls auf einer Platte des andern und darauffolgendes Zuſammenpreſſen der zu vereinigenden Metallplatten. Dieſe dünne Schicht kann entweder auf chemiſchem oder auf mechaniſchem Weg (durch Aufreiben oder Aufpreſſen) aufgebracht werden. — So wird bei der Gold-Kupfer-Plattierung die Kupferplatte mit einer geſättigten Löſung von Gold in Königswaſſer, bei der Platin-Kupfer-Plattierung mit einer Löſung von Platin in Königswaſſer, bei der Silber-Kupfer-Plattierung mit einer ſtarken Auflöſung ſalpeterſauern Silbers aufgebracht.

Bei dem Aluminiumplattierverfahren von Wachwitz [6], [8] wird das Kupfer zunächſt auf mechaniſchem Wege mit einer äußerſt dünnen, dichtanliegenden Schicht Aluminium belegt und hierauf geglüht, wobei eine ſehr ſchwach aluminiumhaltige Kupferlegierung entſteht, welche ein Verſchweißen mit Aluminium geſtattet. Eiſen und Stahl können in gleicher Weiſe mit Aluminium plattiert werden (vgl. a. d);

d) Durch Aufbringen einer dünnen Schicht eines von den zu plattierenden Metallen verſchiedenen Metalls zwiſchen jene. Dieſes Verfahren wird bei einzelnen Metallen angewendet, die ſich nicht nach einem der angegebenen andern Verfahren plattieren laſſen. So gelingt z. B. die Plattierung des Aluminiums mit Nickel, wenn man das Aluminium zuerſt mit Kupfer plattiert [2]. Auch nach dem unter c) angegebenen Wachwitzſchen Verfahren können zwei Metalle, z. B. Zink und Kupfer, miteinander plattiert werden [6]. — Nach D.R.P. Nr. 166823 (Wachwitz) dient ein beiderſeits mit Aluminium überzogenes Kupferblech als Zwiſchenlage der beiden Metalle, z. B. Meſſing und Stahl; es erfolgt zunächſt in einem Muffelofen ein Erhitzen bis zur Schweißtemperatur des Aluminiums mit nachfolgendem Walzen oder Preſſen und hierauf eine Erhitzung, z. B. bis zu der Temperatur, bei der im vorliegenden Fall Meſſing nahezu ſchmilzt;

e) Durch Schweißen. Bei der Plattierung von Nickel- mit Eiſen- oder Stahlblech werden beide Metalle erſt durch Schaben und Schleifen gereinigt, mit Boraxwaſſer beſtrichen, ſchweißwarm gemacht und ſehr ſchnell durch Hämmern oder Walzen miteinander verſchweißt [7];

f) Galvaniſches Plattieren ſ. Galvanotechnik, Bd. 4, S. 250.

B. In der Glasinduſtrie bezeichnet Plattieren das Ueberziehen einer Glasſchicht mit einer andersfarbigen. Der an die Pfeife genommene Klumpen farbloſen Kriſtallglaſes wird in ein farbiges (beſonders rotes) Glas eingetaucht und mit dem Ueberzuge in gewöhnlicher Weiſe zu einem Gefäße ausgebildet. Das farbige Glas (Ueberfangglas, ſ. a. Glasmalereitechnik, Bd. 4, S. 554) bildet eine dünne Schicht am Gefäße; wird ſie an einzelnen Stellen weggeſchliffen, ſo tritt die farbloſe Unterlage zum Vorſchein. Wird erſt farbiges Glas, darüber farbloſes und endlich wieder farbiges Glas an die Pfeife genommen, ſo werden auf beiden Seiten plattierte oder überfangene Gegenſtände erzeugt, die durch entſprechendes Wegſchleifen gewiſſer Stellen hübſche Farbenwirkungen zeigen.

C. In der Textilinduſtrie bezeichnet Plattieren 1. eine beſondere Art der Maſchenbildung beim Wirken (ſ. Wirkerei); 2. das Umſpinnen von Bändern mit Fäden, Drähten, Papier u. ſ. w.

Literatur: [1] Karmarſch, K., Handbuch der mechan. Technologie, 6. Aufl., bearbeitet von H. Fiſcher, Bd. 2, Leipzig 1891. — [2] Hoyer, E. v., Lehrbuch der vergleichenden mechaniſchen Technologie, Wiesbaden 1906. — [3] Ledebur, A., Lehrbuch der mechaniſch-metallurgiſchen Technologie, 3. Aufl., Braunſchweig 1906. — [4] Karmarſch-Heerens Technologiſches Wörterbuch, 3. Aufl. von Kick und Gintl, Prag. — [5] Hartmann, F., Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verſtählen und Ueberziehen von Metallen mit andern überhaupt, 3. Aufl., Wien. — [6] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 134; 1903, S. 1893. — [7] D.R.P. Nr. 7569, 13304, 23500, 28924, 37176. — [8] D.R.Patentſchriften, Klaſſe 49 i, 5.

A. Widmaier.

Plattiermeſſing, ſ. Blech und Blechfabrikation.

Plattierte Ware, Wirkware, deren Maſchen aus zwei Fäden gebildet ſind, von denen regelmäßig der eine auf der Vorder- und der andre auf der Rückſeite der Ware liegt.

Willkomm.

Plattkarte, ſ. Kartenprojektion, Bd. 5, S. 391.

Plattlack, rote, aus Italien kommende Lackfarbe, welche in der Dekorationsmalerei Anwendung findet; Pottaſchelöſung verändert dieſelbe in Braun.

Plattſeide, ſ. Zwirn.

Plattſtich, -ſtickmaſchine, ſ. Stickerei.

Plattſtichmaſchine, ſ. Weberei.

Platzanlagen. Nach ihrer Beſtimmung unterſcheidet man die ſtädtiſchen freien Plätze in Verkehrsplätze, Marktplätze, Gartenplätze und Architekturplätze.

Die **Verkehrsplätze,** am Zuſammenfluß mehrerer Straßenzüge liegend, ſind in den weſentlichen Teilen ihrer Oberfläche dem Fuhrwerksverkehr freigegeben. Andre Flächenteile werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch Höherlegung, gegebenenfalls auch durch Prellpfoſten, der Geſamtfläche entnommen, um nur den Fußgängern zu dienen. So entſtehen innere Bürgerſteige, Trottoirinſeln, Zufluchtsinſeln u. dergl. Mitunter ſind ſolche den Fahrbewegungen entzogene Flächenteile ſo groß, daß ſie durch Pflanzflächen, Springbrunnen, Denkmäler u. ſ. w. geſchmückt werden können.

Die **Marktplätze**, mit wenigſtens einer Seite an einer Hauptverkehrsſtraße liegend, ſind in den weſentlichen Teilen ihrer Oberfläche dem Fuhrwerksverkehr entzogen. Die Fahrbewegungen pflegen auf die Randſtraßen der Platzfläche beſchränkt zu ſein. Die Kreuzung der letzteren durch Fuhrwerke iſt unerwünſcht.

Für die **Gartenplätze** gilt dieſelbe Flächenverteilung des Fahr- und Gehverkehrs. Aber die Gartenplätze ſollen möglichſt nicht an Hauptverkehrsſtraßen liegen. Die gärtneriſch angelegte Fläche ſoll nur von Fußgängern gekreuzt werden. Man unterſcheidet offene „Schmuckplätze", deren Fußwege tunlichſt in die Verkehrsrichtungen zu legen ſind, und umfriedigte „Erholungsplätze". Innerhalb der Anpflanzung der Erholungsplätze werden die Fußwege ſo angelegt, daß ſie nicht zur Kreuzung der Platzfläche einladen, daß ſie vielmehr den Zugang zu ruhigen, dem großen Verkehr entzogenen Stellen (Ruheſitze, Kinderſpielplätze u. ſ. w.) bilden.

Die **Architekturplätze** haben den Zweck, zur Errichtung hervorragender Gebäude, auch zur Aufſtellung von Denkmälern zu dienen (die aber auch auf den andern Platzarten Aufſtellung finden können). Die Gebäude werden entweder auf der Platzfläche errichtet, ſo beſonders bei Kirchen und Theatern, oder ſie finden ihre Aufſtellung am Rande bezw. an den Rändern des Platzes. Demgemäß laſſen ſich bebaute und umbaute Architekturplätze unterſcheiden.

In künſtleriſcher Beziehung kommen für öffentliche Stadtplätze, um die es ſich hier allein handelt, beſonders drei Geſichtspunkte in Frage, nämlich die Umrahmung des Platzes, das Verhältnis zwiſchen Platzfläche und Gebäudehöhe ſowie das Nivellement der Platzfläche. Erſt durch die Umrahmung entſteht der ſtädtiſche Platz; je geſchloſſener die Umrahmung iſt oder erſcheint, deſto beſſer iſt die Raumwirkung. Daher eine ſolche Anordnung der auf den Platz mündenden Straßen, daß man von den Hauptbetrachtungspunkten nicht in die offenen Straßen hineinſchaut; ferner Arkaden oder Torbauten über den Straßenöffnungen. Die Verkehrsplätze, die ihrer Beſtimmung nach für den Verkehr offen ſtehen, ſind wegen der ſtarken Durchbrechung der Umrahmung gegenüber andern Platzarten in künſtleriſchem Nachteil. Was das Größenverhältnis betrifft, ſo machen zu große Plätze oft einen öden Eindruck und benachteiligen den Maßſtab der Umbauung. Als ein gutes Verhältnis zwiſchen Platzabmeſſung und Gebäudehöhe gilt 3:1. Bei bebauten Plätzen hat ſich das Größenverhältnis auf die übrigbleibenden freien Platzflächen zu beziehen. Die umbauten Plätze pflegen die künſtleriſchen Glanzpunkte der Städte zu ſein. Unregelmäßige Platzgrundriſſe laſſen ſich den Maßſtabverhältniſſen beſſer anpaſſen und ergeben eine mehr maleriſche Wirkung. Das Nivellement der Platzfläche ſoll konkav oder ſo wenig konvex ſein, daß die Gewölbeform dem Auge nicht auffällt. *J. Stübben.*

Platzbepflanzung. Zur Bepflanzung ſind vorwiegend die ſogenannten Gartenplätze beſtimmt; aber auch alle andern Platzarten können in gewiſſem Umfange durch Bepflanzung verſchönert werden.

So können auf geräumigen Verkehrsplätzen die dem Fahrverkehr entzogenen Inſeln Raſen und Ziergeſträuch aufnehmen; Marktplätze können mit Baumreihen bepflanzt, Architekturplätze mit Raſenflächen, Blumen und Strauchwerk ausgeſtattet werden. Bei Bepflanzung von Architekturplätzen iſt hauptſächlich auf ruhige Flächenwirkung und klare Linienführung zu achten; Einteilung und Art der Pflanzung ſind der Architektur unterzuordnen. Die Bepflanzung von Gartenplätzen unterſcheidet ſich, je nachdem es ſich um Schmuckplätze oder um Erholungsplätze handelt (vgl. Platzanlagen). Die Schmuckplätze erhalten vorwiegend eine Zierbepflanzung, die durch Wege für den allgemeinen Fußgängerverkehr geteilt iſt, die Erholungsplätze dagegen eine vorwiegend landſchaftliche Bepflanzung behufs Erzielung ruhiger, ſchattiger, vom Verkehr zurückgezogener Aufenthaltspunkte. *J. Stübben.*

Pleochroismus (Trichroismus), die dem Dichroismus (ſ. d.) entſprechende optiſche Eigenſchaft von optiſch zweiachſigen Kriſtallen, in Richtung der Kriſtallachſen verſchiedene Abſorption und demgemäß verſchiedene Farben des durchfallenden polariſierten Lichtes zu zeigen, je nach der Richtung von deſſen Polariſationsebene.

Literatur: Müller-Pfaundler, Phyſik, 9. Aufl., Braunſchweig 1897, Bd. 2, S. 1106. *Abegg.*

Pleſſys Grün (auch Pleſſigs Grün), Arnaudons Grün, Schnitzers Grün, phosphorſaure Chromoxyde von ſehr beſtändiger Färbung, unempfindlich gegen chemiſche Agenzien, als Farben wenig angewendet.

Pleſſys Grün, der Hauptſache nach ein phosphorſaures Salz des Chromoxydes, gemengt mit variabeln Mengen von Chromoxyd und Kaliumphosphat, wird dargeſtellt durch Kochen einer Löſung eines Gewichtsteils Kaliumbichromat in 10 Teilen Waſſer mit 3 Teilen einer Auflöſung von ſauerm Kalkphosphat, bis die Maſſe intenſiv grün geworden iſt. Arnaudons Grün, metaphosphorſaures Chromoxyd, ſtellt man durch Erhitzen eines Gemenges von 128 Teilen Ammoniumphosphat mit 149 Teilen Kaliumbichromat, Ablöſchen in Waſſer und Auswaſchen her. Das Schnitzerſche Grün gewinnt man durch Glühen von Natriumphosphat mit Kaliumbichromat und Seignettefalz. *Andés.*

Pleuelſtangen (Bleuel-, Kurbel-, Lenk-, Schub-, Treibſtangen) übertragen eine gerade oder ſchwingende Bewegung in drehende Bewegung einer Kurbelwelle oder umgekehrt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die an dem Kurbelzapfen und an dem Kreuzkopf- oder einem Schwinghebelzapfen gelagerten Pleuelſtangenköpfe (ſ. d.) ſind durch den Schaft verbunden. — Bei ſchweißeiſernen Pleuelſtangen wurde früher der Schaft mit den für ſich bearbeiteten Köpfen verſchweißt. Jetzt benutzt man vorzugsweiſe flußeiſerne Stangen, die in Hüttenwerken oder größeren Fabriken im ganzen ausgeſchmiedet ſind. Hölzerne Schäfte kommen bei Sägegattern und bei großer Länge der Pleuelſtange, z. B. an Brunnenpumpen, Heckraddampfern, vor. Normal beträgt die Länge von Mitte zu Mitte der Zapfen das Fünffache des Kurbelradius. Federnde Pleuelſtangen mit Blattgelenk an Stelle des Schwingzapfens kommen bei geringem Ausſchlag vor, z. B. an Förderrinnen (Bd. 4, S. 136) und Flachſieben, auch an kleinen Pumpen [5].

Die Zug- oder Druckſpannung, einſchließlich der Biegungsſpannung des Schaftes, ſoll in keinem Querſchnitt über 300—400 kg/qcm für Eiſen, 400—500 kg/qcm für Stahl betragen. In der Regel iſt der Schaft auf Zerknicken zu berechnen. Führt man in der Knickformel $P = \pi^2 E J : \mathfrak{S} l^2$ die zuläſſige Kraft P in t ſtatt in Kilogramm ein und die Stangenlänge L in Meter ſtatt l cm und ſetzt $E = 2\,000\,000$ für Eiſen oder Stahl, ſo erhält man die bequeme Formel $J\,\mathrm{cm}^4 = {}^1/_2\,\mathfrak{S}\,P_t L_m^2$.

Runden Schaftquerſchnitt wählt man gern mit Rückſicht auf die leichte Herſtellung. Der Durchmeſſer d im mittleren Teile der Stange, etwa bei zwei Fünfteln ihrer Länge vom Kurbelzapfen aus, ergibt ſich, indem man für langſamen Gang den Sicherheitsgrad $\mathfrak{S} = 25$ ſetzt, aus $d^4/20 = {}^1/_2\,25\,P L^2$ oder $d^4 = 250\,P L^2$. Wenn Stöße zu erwarten ſind, z. B. bei Pumpen, kann $\mathfrak{S}$ und damit d^4 auf das Doppelte erhöht werden. Gewöhnlich nimmt der Stangendurchmeſſer nach der Kurbel zu auf 0,8 d, nach dem Kreuzkopf zu auf 0,75 d ab. Für größere Geſchwindigkeiten eignet ſich der runde Querſchnitt nach Fig. 1 von 1,2 d oder 1,3 d bis 0,7 d gleichmäßig abnehmend mit ſeitlichen Abflachungen [1].

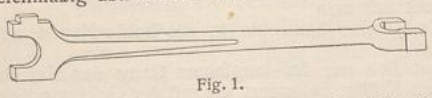


Fig. 1.



Fig. 2.

Rechteckiger Querſchnitt (Fig. 2) [2] wird auf gleichbleibende Breite b gefräſt und mit veränderlicher Höhe h an den Schmalſeiten gedreht. Für geringe Geſchwindigkeit nimmt man $h = 1{,}5\,b$ und ſetzt $\mathfrak{S} = 20$. Damit wird $J = b^3 h/12 = b^4/8 = {}^1/_2\,20\,P L^2$ oder $b^4 = 80\,P L^2$. Für höhere Geſchwindigkeit wählt man h/b größer. Bei $h = 1{,}75\,b$ und $\mathfrak{S} = 15$ ergibt ſich $b^4 = 50\,P L^2$. Bei den Lokomotiven findet ſich $h = 2\,b$ und $\mathfrak{S} = 3{,}3$ bis 6,6, entſprechend $b^4 = (10$ bis $20)\,P L^2$. Für hölzerne Stangen mit $E = 100\,000$ iſt $J = 10\,\mathfrak{S}\,P_t L_m^2$. Setzt man $h = 1{,}5\,b$ und $\mathfrak{S} = 15$, ſo wird $J = b^4/8 = 10 \cdot 15\,P L^2$ oder $b^4 = 1200\,P L^2$. Die Zug- oder Druckſpannung, einſchließlich der Biegungsſpannung, darf für Holz höchſtens 30 bis 40 kg/qcm erreichen.

Die Pleuelſtangen erfahren eine Biegungsbeanſpruchung infolge von Eigengewicht, Zapfenreibung und beſonders wegen der peitſchenden Bewegung ihrer Maſſe. Jeder Punkt zwiſchen dem kreisförmig und dem geradlinig bewegten Ende beſchreibt eine eiförmige Kurve vierten Grades. Die äußerſten Lagen ihrer Schwingung erreicht die Stange, während ſie mit der Kurbel einen rechten Winkel bildet; hierbei iſt die Querbeſchleunigung der Stange und ihre Biegungsbeanſpruchung am größten. An Stelle genauer Ermittlung der wirklichen Längs- und Querbeſchleunigung [3] genügt es hier, die Biegungsſpannung aus der Querbeſchleunigung angenähert zu berechnen (vgl. [4]): Der Stangenſchaft reiche mit f qcm Querſchnitt von einem zum andern Zapfen. Die Maſſe von 1 cm Länge iſt $m = f\,1\,\gamma/g$, wenn γ das ſpezifiſche Gewicht in Kilogramm/Kubikzentimetern bedeutet, z. B. 0,0078 für Eiſen und Stahl. Am Kurbelzapfenende wirkt die Fliehkraft $P_1 = m_1 v^2/R$ mit $v = 2\,\pi\,r\,n/60 \cdot 100\,m/s$ Umfangsgeſchwindigkeit des Zapfens und mit $r_{cm} = 100 \cdot R_m$ Kurbellänge. Von dieſer Kraft $P_1 = f \gamma\,r\,n^2 : 90000$ nimmt die Fliehkraft für jedes Zentimeter der Stangenlänge l bis zum Kreuzkopfzapfen auf Null ab. Man kann dabei $Q = {}^1/_2\,P_1\,l$ als geſamte Laſt rechnen und die Stange wie einen frei aufliegenden Träger mit Dreiecksbelaſtung anſehen. Das größte Biegungsmoment iſt hierbei $M = 0{,}128\,Q\,l$; es wirkt im Abſtande ${}^3/_7\,l$ vom Kurbelzapfen. Für das Widerſtandsmoment $W = b h^2/6$ findet man endlich die Biegungsſpannung s aus $W \cdot s = l^2 f \gamma\,r\,n^2/1\,400\,000$. Zum Beiſpiel wird bei $l = 150$ cm, $\gamma = 0{,}0078$, $r = 30$ cm, $n = 200$ für eine Stange mit $b = 5$ und $h = 10$ cm die Biegungsſpannung $s = 90$ kg/qcm; für eine runde Stange mit $d = 8$ cm wird $s = 150$ kg/qcm.

Literatur: [1] Schmiedeſtück von der Elſäſſiſchen Maſchinenbaugeſellſchaft in Grafenſtaden. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 934. — [3] Ebend., 1895, S. 716—718 (Autenrieth); ferner 1896, S. 904—908 (Land) und 1903, S. 1638—1640 (Mollier); ſowie L. v. Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1905, S. 563—576. — [4] v. Bach, Maſchinenelemente, Stuttgart 1903. — [5] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 991. *Lindner.*

Pleuelſtangenköpfe ſind in der Regel als nachſtellbare Lager gebaut, in einzelnen Fällen iſt der Kreuzkopfzapfen in dem Ende der Pleuelſtange befeſtigt. Man unterſcheidet geſchloſſene Köpfe (Fig. 1—3) und offene Köpfe (Fig. 4—6).

Die geſchloſſenen Köpfe laſſen ſich an Kurbelkröpfungen und Gegenkurbeln nicht aufbringen, ſondern nur da, wo man ſie auf den Zapfen ſchieben oder im Kreuzkopf den Zapfen durchſchieben kann. Wenn der vordere Bund des Kurbelzapfens nicht durch eine angeſchraubte Scheibe gebildet wird, läßt ſich die eine Lagerſchale mit dem Stellkeil erſt nach dem Aufſchieben einbauen. Damit die Schalen überhaupt eingeſetzt werden können, müſſen die Randleiſten der Schalen an der hinteren, der Kurbel zugekehrten Seite des Kopfes an den beiden Längskanten wegbleiben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1 [1] zeigt ein für beide Köpfe verwendbares Lager, mit Weißgußſchalen am Kurbelzapfen. Der über die ganze Breite reichende Keil, mit der Neigung 1 : 5 bis 1 : 8, enthält das Muttergewinde, jedoch nur in einem Teile der Keillänge. Sowohl der Kopf zum Verſtellen des Keiles als die Gegenmutter der Schraube ſind geſichert. — Die Lokomotivſtangenköpfe (Fig. 2) laſſen ſich nur auf der Stoßmaſchine am äußeren Umfang bearbeiten, wie das für den inneren Rand geſchieht (vgl. dagegen [6]); doch erſchwert der einſeitig vor dem Keil ſtehende Lappen auch dieſe Arbeit. — Der Querkeil am Kreuzkopfzapfenlager (rechts) erhält meiſt die Neigung 1 : 4. Zwiſchen ihm und der Schale liegt eine Beilage von paſſender, dem Kreuzkopfauge angemeſſener Länge, doppeltſchwalbenſchwanzförmig zwiſchen dachförmigen Flächen. — Fig. 3 hat einfache, gedrehte Form. Die Klemmſchraube (links) durchdringt den Keil in einem paſſend gebohrten Loch, ſteckt mit dem Ende in einer viereckigen Mutter und ruht mit dem Kopf auf einer Beilage mit Langloch. Der Keil rechts kann bis in die hohle Kapfel unter den Muttern nachgezogen werden.

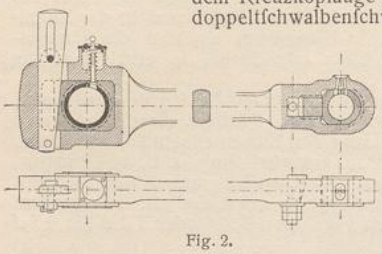


Fig. 2.

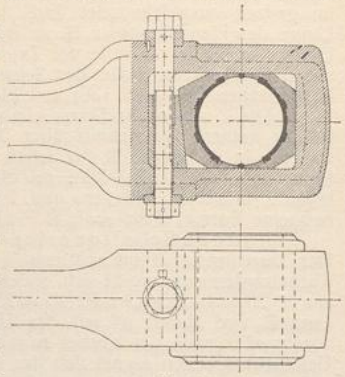


Fig. 1.

Das offene Bügellager (Fig. 4) eignet ſich nur für langſamen Gang der Maſchine, weil es die ſenkrecht zur Stangenachſe wirkenden Kräfte, beſonders die mit der Geſchwindigkeit wachſenden Fliehkräfte der Stange nicht gut übertragen kann. Es kommt daher bei Pumpen und an Kreuzkopfzapfen, nicht aber an Kurbelzapfen von Dampfmaſchinen vor. Durch Weglaſſung der dem Lager zugekehrten Keilbeilage kann es noch vereinfacht werden. Die äußere Schale iſt hier als die nachſtellbare anzuſehen. Der Keil erhält den Anzug 1 : 10, die Dicke 0,2 bis 0,3 der Kopfbreite. Der Flächendruck zwiſchen Beilage und Bügelende darf 500 kg/qcm betragen, die Biegungsſpannung für die Summe der Widerſtandsmomente des Keiles und der Beilagen von Stahl bis 1000 kg/qcm, die des ſchmiedeeiſernen Bügels in ſeiner Mitte 400 bis 600 kg/qcm. Der Marinekopf iſt in Fig. 5 [5] in der älteren Bauart von Penn angegeben, mit Rotgußſtücken zwiſchen dem Stangenende und dem ſchmiedeeiſernen Deckel, wobei außer den Schrauben kurze, runde, axial ſtehende Zapfen die Seitenkräfte übertragen. Fig. 6 zeigt eine neuere Lagerform. Die Fuge zwiſchen Stange und Deckel kann auch ohne Verklinkung gerade durchgehen. Die Schrauben, als Parſonsbolzen (ſ. d.) gezeichnet, erhalten für ſtehende Maſchinen die Muttern auf der Stangenſeite (vgl. Bd. 2, S. 605, und Bd. 6, S. 256) [3]. In Fig. 5 und 6 iſt die Schraubenſicherung nach Penn in verſchiedener Ausführung angegeben.

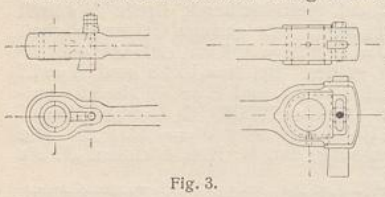


Fig. 3.

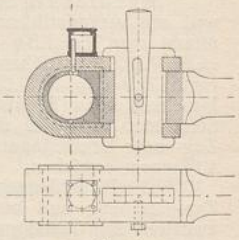


Fig. 4.

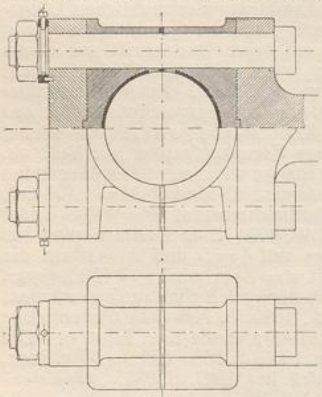


Fig. 5.

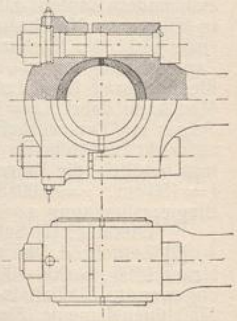


Fig. 6.

Ueber die gegabelte Endigung der Pleuelſtange ſ. Gabel, Bd. 4, S. 232. Die unter Pleuelſtangen, Fig. 1 rechts, dargeſtellte Gabel iſt für Bügellager beſtimmt. Auch die Marineköpfe kommen paarweiſe an Gabelenden vor. Bei Lokomotiven ſind offene Stangenlager mit verdübeltem Einſatzſtück in ähnlicher Bauart gebräuchlich, wie ſie das Mittellager der Kuppelſtange, Bd. 5, S. 792, Fig. 3 zeigt.

Die Nachſtellung der beiden Stangenlager ſoll, der Regel nach, in gleicher Richtung erfolgen, um die Stangenlänge unverändert zu erhalten. Wegen der Ungleichheit der Abnutzung beider Lager und mit Rückſicht auf die Nachſtellung am Kurbelwellenlager darf oder muß man oft von dieſer Regel abweichen. Je geringer der Spielraum des Kolbens in ſeinen Endſtellungen iſt, um ſo ſorgfältiger iſt die mögliche Verſchiebung durch die Abnutzungen aller drei Lager zu beachten. Nimmt man die Stärke einer neuen Lagerſchale (ſ. d.) von Rotguß (Fig. 6) in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Stangenachfe zu $0{,}06\,d + 6$ mm für d mm Zapfenftärke an und die Stärke einer abgenutzten Schale zu $0{,}04\,d + 4$ mm, fo beträgt die Verfchiebung des Zapfens zur Stange $0{,}02\,d + 2$ mm, während für die Nachftellung, die Keilverfchiebung, im ganzen $0{,}04\,d + 4$ mm vorzufehen ift.

Bei der Berechnung ift darauf zu fehen, daß kein Querfchnitt über 300 kg/qcm Zug- oder Druckfpannung für Schmiedeeifen, bezw. 400 für Stahl, erfährt, daß die Bügelformen die entftehenden Biegungsmomente ebenfogut ertragen [2], und daß fcharfe Uebergänge vermieden bleiben. Die Schrauben aus zähem Stahl erhalten 300—500 kg/qcm Zugfpannung im Kern und werden, fofern fie einen Keil anzuziehen haben, bei der Keilneigung 1 : 5, für ein Fünftel der Stangenkraft als Schraubenzugkraft berechnet [5].

Literatur: [1] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1890, S. 934. — [2] Ebend., 1899, S. 1205 (Bruch am Kopfanfatz). — [3] Ebend., 1902, S. 993 (Stange für eine gekröpfte Lokomotivtreibachfe). — [4] Ebend., 1906, S. 1707 (Oelzuführung). — [5] Ebend., 1891, S. 428; vgl. Kreuzköpfe, Bd. 5, S. 695 u. 696. — [6] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 1276. *Lindner.*

Pliefen (Pließen, Plieften), f. v. w. Glanzfchleifen; f. Schleifen.

Pliefterlatte, f. v. w. Gipslatte, eine Unterlage für Deckenputz (f. d.).

Pliftleder, -fcheibe, f. Schleifen.

Plinthe, die vierkantige Unterlage des runden Säulenfußes, fonft auch die rechtwinklige Platte, auf welcher Säulen, Pilafter oder Poftamente ftehen, im weiteren Sinne auch Sockel. *Weinbrenner.*

Pliocän, -periode, f. Tertiärformation.

Pliftocän (Pleiftocän), f. Diluvium.

Plombieren, ein Verfahren, durch das man mittels eines Bleifiegels (Plombe) miteinander verbundene Teile gegen unbefugtes Auseinandernehmen derart ficher, daß ein Löfen der Verbindung ohne Verletzung des Plomben- oder Bleiverfchluffes nicht möglich ift.

Zu diefem Zwecke legt man einen Draht oder einen Bindfaden fo um die ficher zu verbindenden Gegenftände, daß, nachdem die beiden freien Enden des Drahtes oder Bindfadens miteinander verknotet find, nur nach einer Löfung des Knotens ein Löfen der Verbindung möglich ift. Wird nun der Knoten in die Höhlung einer kleinen Bleiplatte gebracht und diefe mittels einer Zange (Plombierzange) zufammengepreßt und geftempelt, fo kann, da jetzt der Draht oder Bindfaden feft in die geftempelte Bleiplatte (Plombe) eingeklemmt ift, der Verfchluß nur gelöft werden durch Zerfchneiden des Drahtes oder Bindfadens oder durch Zerftören der Plombe. Diefer Plombenverfchluß wird z. B. bei Güterwagen von den Eifenbahn- und Zollverwaltungen angewendet, von letzteren auch zum Verfchluß einzelner Güter (Kolloverfchluß). S. a. Eifenbahnbetrieb X. B., Eifenbahnverkehr III. B. *Cauer.*

Plückerfche Röhren, f. v. w. Geißlerfche Röhren, f. Bd. 4, S. 349.

Plüfch, f. Weberei und Wirkerei.

Plumbate, f. Bleifuperoxyd.

Plumbogummit (Plumborefinit), f. v. w. Bleigummi (f. d.).

Plumofit, f. v. w. Heteromorphit (f. d.).

Plunger, f. v. w. Tauchkolben (f. Pumpenkolben).

Pluviograph (Pluviometer), f. Regenmeffer.

Pneumatik, f. Fahrrad, Motorwagen.

Pneumatifche Bahnen, f. Luftdruckbahnen.

Pneumatifche Elevatoren, f. Druckluftförderer.

Pneumatifche Setzmafchine, f. Windfeparation.

Pneumatifche Wanne dient zum Auffangen von Gafen über Waffer. Die waffergefüllten Gefäße werden mit der Oeffnung nach unten auf die durchlöcherte Brücke der waffergefüllten Wanne aufgeftellt, das Gas unter die Brücke geleitet. Für Queckfilber als Sperrflüffigkeit dient die Queckfilberwanne. *A. Schmidt.*

Pocharbeit, -dampfhammer, -laden, -rolle, -fatz, f. Pochwerk.

Pochgänge, -gut, f. Erze.

Pochfchlage, ein hammerähnliches Werkzeug mit breiter Bahn, welches früher zur groben Zerkleinerung von Erzen mit der Hand auf einer harten ebenen Unterlage diente (f. a. Pochwerk). *Treptow.*

Pochfchuffer, -ftempel, -trübe, f. Pochwerk.

Pochwerk, eine Zerkleinerungsmafchine in der bergmännifchen Aufbereitung und in der Induftrie zur Zerkleinerung von Stücken von etwa 50 mm Durchmeffer auf 2 mm und noch feiner benutzt (f. a. Auffchließen, Bd. 1, S. 364). Wird durch das Pochen grobes Korn (2 mm oder mehr Durchmeffer) erzeugt, fo nennt man die Arbeit röfchpochen; wird feineres Korn (unter 0,5 mm) hergeftellt, fo fagt man zähpochen; wird die Arbeit fortgefetzt, bis fo feines Mehl entfteht, daß die einzelnen Körnchen zwifchen den Fingern nicht mehr

gefühlt werden, so spricht man von totpochen. Die Zerkleinerung erfolgt dadurch, daß der schwere Pochschuh mit ebener Bahn wiederholt auf eine bestimmte Höhe gehoben wird und dann auf das Gut, welches auf einer harten Unterlage, der Pochsohle, ausgebreitet ist, niederfällt.

Pochschuh und Pochsohle fertigt man in neuerer Zeit immer aus Hartguß oder Gußstahl. Vollzieht man die Zerkleinerung, wie z. B. bei fertig aufbereiteten Erzen, die zur Schmelzhütte geliefert werden sollen, trocken, so nennt man die Pocharbeit Trockenpochen im Gegensatz zum Naßpochen, das unter beständigem Wasserzufluß stattfindet. Das hierbei entstehende Gemenge von Wasser und Erzmehl heißt Pochtrübe. Gewöhnlich sind die Pochschuhe zur senkrechten Führung in einem Gerüste (Pochstuhl) an einer starken Stange, dem Schaft, befestigt, an dem auch die bewegende Kraft angreift; die Verbindung von Pochschuh und Schaft heißt Pochstempel, auch Pochschuffer; derart gebaute Pochwerke heißen Stempelpochwerke. Veraltet sind die nach Art der früheren Schwanzhämmer eingerichteten Hammerpochwerke. Man unterscheidet vier verschiedene Arten von Stempelpochwerken: bei den ältesten [1] wog der Holzbau vor; Stempelschäfte und Pochschuhe hatten rechteckigen Querschnitt und fielen nach dem Anheben stets in der gleichen Stellung nieder. Die kalifornischen Pochwerke (s. Fig. 1 und 2) sind vorwiegend in Eisen gebaut, Pochschuhe und Schäfte haben kreisrunden Querschnitt und werden beim jedesmaligen Anheben etwas gedreht, wodurch der Kraftverbrauch geringer und die Abnutzung der Pochschuhe gleichmäßiger ist. Das pneumatische Pochwerk [2] wird seltener (in England und Nordamerika) angewendet. Die Stempelschäfte sind als Zylinder gearbeitet, in denen sich ein Kolben bewegt; an die Kolbenstange setzt eine Lenkstange an und diese wird von einer gekröpften Welle abwechselnd gehoben und niederbewegt. Die Zylinder mit den Pochschuhen folgen dieser Bewegung, da sich beim Aufgang die Luft über dem Kolben, beim Niedergange unter demselben verdichtet. Bei den genannten Pochwerken werden mehrere Stempel zu einem Pochsatze vereinigt und auch mehrere Sätze zusammengebaut. — Abweichend hiervon ist bei den Dampfpochwerken [2] immer nur ein Stempel vorhanden, doch ist dessen Gewicht und Leistungsfähigkeit sehr hoch. Das Gewicht des Pochstempels beträgt nämlich bis 2350 kg, die Antriebsmaschine entwickelt 30 PS. und die tägliche Leistung erreicht bis über 300 t Rohmaterial. Bekannt ist ihre Anwendung beim Kupferbergbau am Oberen See in Nordamerika. Der Bau entspricht demjenigen unsrer Dampfhämmer.

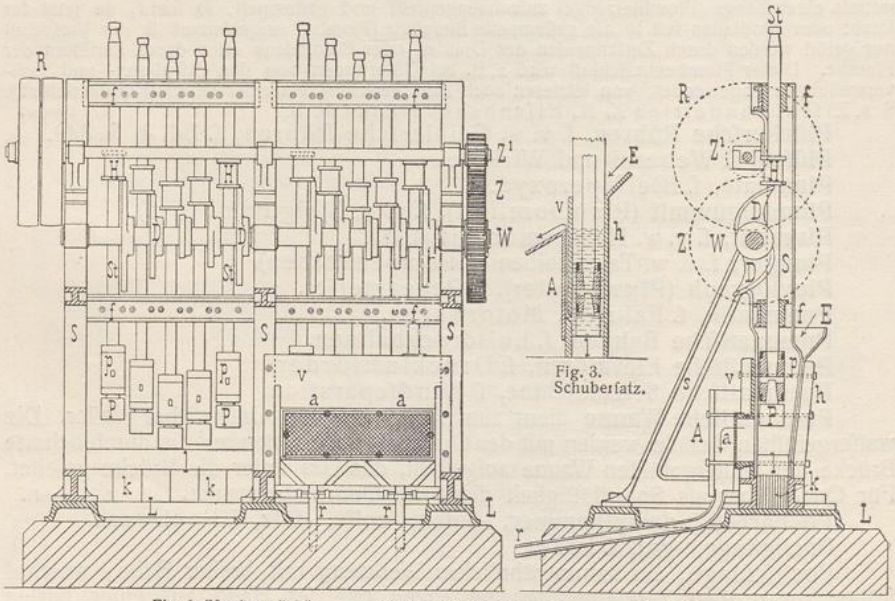


Fig. 1 (Vorderansicht). Kalifornisches Pochwerk. Fig. 2 (Querschnitt).

Fig. 3. Schuberſatz.

Fig. 1 und 2 zeigen das zurzeit am häufigsten angewendete kalifornische Pochwerk, und zwar als Naßpochwerk gebaut. Auf dem gußeisernen Rahmen *L* stehen die Pochwerksäulen *S*, die mit den Streben *s* und den beiden Führungen *f* den Pochstuhl bilden. Dieser bietet Raum für zwei Sätze von je fünf Stempeln; letztere bestehen aus dem Pochschuh *P*, dem Pochkopfe *p* und dem Schafte *St*. Der Pochkopf hat den Zweck, das Gewicht zu vergrößern und ein mittleres Schlaggewicht zu erzeugen, wenn der Pochschuh abgeführt ist. Die Heblinge *H* sind so an den Schäften befestigt, daß sie entsprechend der Abnutzung der Pochschuhe verstellt werden können. Die Däumlinge *D*, welche auf der mittels Riemenscheibe und Vorgelege *Z*, *Z*¹ in Umdrehung versetzten Welle *W* sitzen, greifen seitlich unter die Heblinge und drehen daher die Stempel bei jedem Hub; die Däumlinge sind so angeordnet, daß die Stempel in bestimmter

Reihenfolge niederfallen. Zuerſt fällt der mittlere Stempel (Unterſchurer), dann fallen nacheinander ſeine unmittelbaren Nachbarn und zuletzt die beiden äußerſten Stempel. Die Umdrehungszahl der Welle beträgt etwa 30 und die Hubzahl jedes Stempels etwa 60 in der Minute, das Stempelgewicht ſchwankt zwiſchen 150 und 500 kg, die Fallhöhe zwiſchen 100 und 300 mm. Als Unterlage für das Pochen dient die Pochſohle *l*, die hier zur Milderung der Erſchütterungen auf Holzklötzen *k* verlagert iſt; durch eine Vorderwand *v*, in die ein Sieb *a* eingebaut iſt, und eine Hinterwand *h* wird der Pochtrog (die Lade) gebildet. Er nimmt das beſtändig zufließende, zum Naßpochen erforderliche Waſſer (Ladenwaſſer) auf. Rückwärts bei *E* wird das zu zerkleinernde Korn eingetragen und auf der Vorderſeite durch das Sieb zerkleinert mit etwas Waſſer in Form von Trübe ausgetragen. Damit ſich das Sieb nicht verlegt, iſt eine Wand *A* vorgeſetzt; der Waſſerſtand iſt hierdurch auf beiden Seiten des Siebes angenähert gleich hoch, und durch die Bewegung der Pochſtempel findet ein Hinundherfließen des Waſſers durch das Sieb ſtatt, es verſtopft ſich daher nicht. Der Abfluß der Pochtrübe wird durch die Weite der Abflußrohre *r* geregelt. Dieſe Anordnung nennt man den geſtauten Siebſatz; beim Schuberſatze (ſ. Fig. 3) tritt die Pochtrübe durch einen Spalt in der Vorderwand des Pochtroges *v* aus und ſteigt dann zwiſchen dieſer und einer dicht davorgeſetzten Wand *A* in die Höhe, um über dieſe abzufließen. Die Geſchwindigkeit des aufſteigenden Waſſerſtromes regelt dabei die Größe des ausgetragenen Kornes. Zu große Körnchen fallen wieder in den Pochtrog zurück. Falls ſich der Spalt verſetzen ſollte, kann der obere Teil der Vorderwand (der Schieber oder Schuber) leicht herausgehoben werden.

Das Eintragen des Pochgutes wird gewöhnlich nach Bedarf ſelbſttätig geregelt (die Darſtellung der hierzu gehörigen Teile iſt in den Figuren fortgelaſſen). Hinter dem Pochwerke (rechts in Fig. 2) iſt ein Vorratsbehälter, die Pochrolle, aufgeſtellt; der Boden desſelben iſt nach dem Pochwerke hin ſo ſtark geneigt, daß die darin enthaltenen Maſſen gerade langſam aus einſtellbaren Oeffnungen herausrollen würden. Unter dieſen finden wenig geneigte, etwas kippbar verlagerte Gerinne Platz; in ihnen ſtaut ſich das Gut, es wird dadurch das weitere Nachrollen aus der Pochrolle geregelt, ſie münden über dem Eintrage *E*. Sobald ſich nun unter dem Mittelſtempel kein Gut mehr befindet, fällt dieſer bis in ſeine tiefſte Lage nieder und ſchlägt dabei mit einem über dem Heblinge angebrachten Anſatze auf eine Stange, welche auf dem Gerinne ſteht. Dadurch wird dieſes erſchüttert, kippt etwas und einige Stücke des Gutes fallen in den Pochtrog. Das Eintragen erfolgte früher, wie heute noch bei den Trockenpochwerken, mit der Hand, man nannte es Unterſchuren; hiervon heißt der Mittelſtempel auch Unterſchurer.

Die Trockenpochwerke ſind bis auf den Pochtrog ebenſo eingerichtet; hier wird das Gut mit der Schaufel auf die Pochſohle unter die Stempel gebracht, an der Rückſeite befindet ſich eine niedrige Wand, die das Gut zuſammenhält. Dieſes wird mit der Schaufel wieder entfernt und durch ein Sieb geworfen, worauf die Gröbe weiter gepocht wird.

Beim Verpochen von Erzen, welche gediegenes Gold (Freigold) führen, werden in den Pochtrog amalgamierte Kupferplatten eingeſetzt, die den größten Teil des Goldes aufnehmen. Das Goldamalgam wird von Zeit zu Zeit von den Platten abgekratzt und es werden die Platten dann friſch amalgamiert (vgl. Bd. 1, S. 349) [3].

Literatur: [1] Gätzſchmann, M. F., Die Aufbereitung, Leipzig 1864, Bd. 1, S. 152. — [2] Althans, Die Entwicklung der mechaniſchen Aufbereitung in den letzten hundert Jahren, Zeitſchrift für das Berg-, Hütten- und Salinenweſen im preußiſchen Staate 1878, S. 143. — [3] Schulz, W., „Glückauf“ 1894, S. 318.

Treptow.

Pockholzlager enthalten als Lagerſchalen paſſend und glatt bearbeitete Stücke des Holzes vom Guajakbaum (ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 697, Nr. 118).

Das Holz iſt braun, von ſchwarzen und hellen Streifen durchzogen, gleichmäßig dicht, feſt, 1,3 kg/l ſchwer, außerordentlich hart, dauerhaft, formbeſtändig und im Waſſer etwas aufquellend. Eiſerne oder mit Bronze überzogene Wellenzapfen laufen in Pockholz mit Waſſerſchmierung dauernd gut. Der Flächendruck darf bis 25 kg/qcm betragen. Man verwendet ſie an den Lagerungen der Schiffsſchraubenwellen im Stevenrohr außerhalb der Stopfbüchſe und zu den Druckringen an der Schraubennabe (ſ. Schiffswelle) [1], ferner zu Halslagern an Turbinenwellen im Waſſer (ſ. Lager, Fig. 12) und in ähnlichen Fällen.

Literatur: [1] Busley, Die Schiffsmaſchine, Bd. 2, Kiel 1886, S. 101 ff.

Lindner.

Pockholzſcheibe, Scheibe für Blöcke, ſ. Bd. 2, S. 87.

Podeſt, ſ. Treppe.

Podium, 1. ein fortlaufendes Poſtament; 2. in Theatern, Konzert- und Lehrſälen ein erhöhter Platz für ſchauſpieleriſche oder muſikaliſche Aufführungen oder wiſſenſchaftliche Vorträge beſtimmt; 3. bei dem antiken Theater auch die unterſte Sitzreihe.

Weinbrenner.

Pökel, verdünnte Schwefelſäure, ſ. Meſſing.

Pökeln, ſ. Fleiſchwarenfabrikation, Konſervierung.

Poetſchs Gefrierverfahren, ſ. Gefriergründung.

Pogone, walachiſches Feldmaß = 49,895 a = 144 Praſchtſchinen.

Pohlmeyer-Maſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 730.

Poil de chèvre (Mohair), ſ. Weberei.

Points, ſ. Bobbinnet.

Poiſſons Geſetz, ſ. Adiabatiſche Zuſtandsänderung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pol. In der mathematischen Geographie, Geodäsie und Astronomie sind die Pole die Endpunkte der Umdrehungsachse der Erde.

Diese Punkte sind gegen die Oberfläche als nicht ganz festliegend zu betrachten, da die jeweilige Umdrehungsachse kleine Schwankungen gegen eine gewisse mittlere Lage ausführt. Diese Bewegungen hat zwar schon Bessel vermutet, wirklich nachgewiesen hat dieselben erst Küstner. Seitdem ist ein regelmäßiger astronomischer Dienst zur Verfolgung dieser Erscheinungen eingerichtet worden seitens der Internationalen Erdmessung. Ueber Weiteres vgl. Polhöhe.

Pol nennt man in der graphischen Statik den Punkt, von dem aus die Kräfte eines Kräftepolygons (s. d.) aufgetragen werden, bezw. von dem die „Strahlen" eines Kräftepolygons ausgehen. *Mörsch.*

Pol, magnetischer, s. Magnetismus.

Polare, s. Kegelschnitte, Kurven.

Polarebene, s. Flächen zweiten Grades, Bd. 4, S. 66.

Polarecke, s. Stereometrie.

Polarenbüschel, ein Strahlenbüschel, gebildet durch die Polaren eines festen Punkts in bezug auf die Kegelschnitte eines Kegelschnittbüschels.

Polarfläche, s. Flächentheorie.

Polarimeter, s. Saccharimeter.

Polarisation des Lichts. Im Jahr 1808 machte der Franzose Malus die Entdeckung, daß Licht, welches von Glas unter einem Einfallswinkel von 56,3° (Winkel zwischen einfallendem Strahl und Einfallslot) gespiegelt wird, sich in besonderer Weise von gewöhnlichem Licht unterscheide. Läßt man den reflektierten Strahl wieder unter dem gleichen Einfallswinkel auf Glas fallen, so wird er nur dann wieder nach Art des gewöhnlichen Lichtes reflektiert, wenn die neue Einfallsebene (Ebene, in welcher der einfallende Strahl, das Einfallslot, und der reflektierte Strahl liegen) mit der ersten zusammenfällt; dagegen wird er gar nicht reflektiert, wenn die zweite Einfallsebene auf der ersten senkrecht steht. Dreht man die Ebene des zweiten Spiegels unter gleichbleibendem Einfallswinkel um den Strahl als Achse, so verändert sich die Helligkeit des reflektierten Lichtes von Null bis zum Maximum oder umgekehrt je bei einer Drehung um 90°. Solches Licht hat also nicht in Beziehung auf alle zum Strahl senkrechten Richtungen gleiche Beschaffenheit, sondern ist nach zwei zueinander senkrechten Richtungen verschieden beschaffen, es heißt polarisiert; die Ebene, welche den Strahl und das Einfallslot enthält, heißt die Polarisationsebene, der Winkel des Strahls mit dem Einfallslot Polarisationswinkel.

Auch die Reflexion an andern durchsichtigen Körpern erzeugt Polarisation des Lichts, nicht aber die an Metallen, und zwar ist der Polarisationswinkel von Substanz zu Substanz verschieden nach einem von Brewster gefundenen Gesetze: der reflektierte Strahl ist dann vollständig polarisiert, wenn derselbe auf dem gebrochenen Strahl, den derselbe einfallende Strahl erzeugt, senkrecht steht, oder auch: die trigonometrische Tangente des Polarisationswinkels ist gleich dem Brechungsexponent der Substanz. Strahlen, welche unter anderm als dem Polarisationswinkel reflektiert werden, sind teilweise polarisiert, d. h. sie werden durch den zweiten Spiegel in der Minimalstellung um so unvollständiger ausgelöscht, je weiter ihr Einfallswinkel am ersten Spiegel vom Polarisationswinkel abweicht. Durch experimentelle Bestimmung des Polarisationswinkels kann mit Hilfe des angegebenen Gesetzes auch für Substanzen, welche nur durchscheinend sind, der Brechungsexponent ermittelt werden. Derjenige gebrochene Strahl, welcher bei der Polarisation durch Spiegelung neben dem reflektierten Strahl entsteht, ist gleichfalls polarisiert, wenn auch nicht vollständig. Seine Polarisationsebene steht auf der des reflektierten Strahls senkrecht. Läßt man Licht in schiefer Richtung durch eine ganze Schicht vieler dünner Glasplatten, Glassäule, gehen, so zeigt es sich um so vollständiger polarisiert, je größer die Zahl der Platten ist. Außer diesen zwei Arten der Erzeugung polarisierten Lichts, durch Spiegelung und durch Brechung, ist im Art. Licht, Abschnitt Doppelbrechung, eine dritte, älter bekannte Art [1] beschrieben. Von den zwei in anisotropen Körpern in derselben Richtung sich fortpflanzenden Strahlen mit zueinander senkrechten Polarisationsebenen liefert eine Turmalinplatte oder ein Nicolsches Prisma oder andre entsprechende Apparate [2] nur den einen. Zur direkten Erkennung der Eigenschaft der Polarisation des Lichts ist das Sehorgan kaum befähigt; manche Augen machen die mit dem Namen der Haidingerschen Büschel bezeichnete eigentümliche Wahrnehmung; man bedarf daher zur Erkennung und Prüfung des polarisierten Lichtes derselben Vorrichtungen wie zur Erzeugung.

Jeder **Polarisationsapparat** besteht aus zwei Teilen, dem Polarisator (Polariseur) und Analysator (Analyseur); der erstere dient zur Erzeugung, der letztere zur Prüfung des polarisierten Lichtes und ist um die Richtung des Strahls als Achse drehbar. Zwischen beide bringt man die in betreff ihres optischen Verhaltens im polarisierten Lichte zu prüfenden Objekte. Die gebräuchlichsten Polarisationsapparate sind der von Nörremberg [3] mit Glasspiegel als Polarisator und Glasspiegel oder Nicolschem Prisma als Analysator und die Turmalinzange,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aus zwei entlang der kristallographischen Hauptachse geschliffenen Turmalinplatten bestehend, deren dem Auge zugekehrte gegen die abgekehrte aus der Parallelstellung in die gekreuzte Stellung gedreht werden kann. Bei der letzteren Stellung wird das vom Polarisator durchgelassene Licht vom Analysator absorbiert. Bei den im Artikel Zirkularpolarisation weiter beschriebenen Polarimetern bestehen Polarisator und Analysator aus Nicolschen Prismen. Vgl. ferner den Artikel Polarisationsmikroskop. Die Natur liefert uns im Licht der Wolken, des Regenbogens, im Licht der das Sonnenlicht reflektierenden Himmelskörper, auch im Licht des blauen Himmels teilweise polarisiertes Licht. Die Polarisationsebene des letzteren ist in der Nähe der Sonne horizontal, in der Nähe des Horizonts vertikal; in besonderen Lagen gegen die Sonne zeigen sich sogenannte neutrale Punkte ohne Polarisation [4].

Die Tatsachen der Polarisation des Lichts geben den Beweis dafür, daß die Lichtschwingungen nicht die Richtung der Fortpflanzung des Lichts haben, nicht Longitudinalschwingungen, sondern Transversalschwingungen sind. Polarisiertes Licht ist vom gewöhnlichen dadurch unterschieden, daß die Schwingungen alle parallel einer durch die Fortpflanzungsrichtung gelegten Ebene erfolgen, nicht in unregelmäßigem Wechsel der zum Strahl senkrechten Richtungen. Auch beim gewöhnlichen Lichte findet indessen kein zu rascher Wechsel der Schwingungsrichtung statt. Da nämlich die Erscheinungen der Interferenz (s. d.) nur möglich sind zwischen Strahlen mit übereinstimmender Polarisationsrichtung, und da Fizeaus Versuchen zufolge zwischen Strahlen homogenen gewöhnlichen Lichts noch Interferenzen beobachtet werden, wenn deren Gangunterschied 50000 Wellen beträgt, so müssen auch im gewöhnlichen Lichte große Gruppen aufeinander folgender Schwingungen gleichgerichtet sein. Genauer haben wir, den Vorstellungen der elektromagnetischen Lichttheorie entsprechend, anzunehmen, daß im polarisierten Lichte entlang zweier zueinander senkrechten Ebenen, die sich im Strahle schneiden, in der einen Schwingungen wechselnder elektrischer, in der andern Schwingungen wechselnder magnetischer Gegensätze stattfinden, die einen um ein Viertel der Wellenlänge gegen die andern verschoben. Wiener [5] hat durch Erzeugung stehender Lichtwellen in dünnen Kollodiumschichten den experimentellen Beweis geliefert, daß die elektrischen Schwingungen senkrecht zur Polarisationsebene erfolgen, die magnetischen in dieser, und daß die ersteren es sind, welche die chemischen Wirkungen des Lichtes hervorbringen. Ueber weiteres vgl. die Ausführungen in [6], ebenda auch die Ausführungen über Metallreflexion.

Durch die Interferenz des polarisierten Lichtes, je nach der verschiedenen Neigung der Polarisationsebenen und je nach den Phasenunterschieden der interferierenden Strahlen, werden Farbenerscheinungen erzeugt, die man unter dem Namen **chromatische Polarisation** zu beschreiben pflegt. Platten doppeltbrechender Kristalle, welche man zwischen Polarisator und Analysator eines Polarisationsapparates einschaltet, geben dann Anlaß zu farbigen Lichterscheinungen, wenn von den zwei senkrechten Schwingungsrichtungen der die Platten durchsetzenden weißen Lichtstrahlen keine in die Richtung der Polarisationsebene des Polarisators oder in diejenige des Analysators fällt. In diesen letzteren Fällen erscheinen die Platten bei Parallelstellung von Polarisator und Analysator hell, bei gekreuzter Stellung dunkel wie das sie umgebende Feld. Wir unterscheiden: 1. Erscheinungen bei parallel durchgehenden Strahlen, 2. solche bei konvergent durchgehenden Strahlen.

1. Dünne Platten doppeltbrechender Kristalle, welche für senkrecht durchgehende Strahlen einen genügend großen Unterschied der beiden Brechungsexponenten zeigen (Gipsplättchen), legt man so in den Nörrembergschen Polarisationsapparat, daß die Polarisationsebenen der sie durchsetzenden Strahlen mit derjenigen des Analysators einen Winkel von 45° einschließen. Jeder in die Platte eindringende polarisierte Strahl wird dann in zwei gleiche Komponenten zerlegt, die beim Austritt aus der Platte, je nach dem Unterschied ihrer Geschwindigkeiten und je nach der Plattendicke eine Phasendifferenz erhalten haben, vermöge deren sie sich nicht mehr zu linear polarisiertem Lichte der anfänglichen Polarisationsebene, sondern im allgemeinen zu elliptisch polarisiertem Licht vereinigen. Dieses wird durch die Zerlegung im Analysator wieder in mehr oder weniger intensives, linear polarisiertes Licht umgewandelt, je nachdem die vom Analysator fortgepflanzte oder die von diesem ausgelöschte Komponente überwiegt. Im besonderen Fall, wo die Phasendifferenz der die Platte verlassenden Strahlkomponenten ein ganzes Vielfaches einer halben Wellenlänge $k \cdot {}^1/_2 \lambda$ beträgt, verbinden sich die Komponenten zu linear polarisiertem Lichte und zwar, wenn k eine gerade Zahl ist, unter Erhaltung der Polarisationsebene des in die Platte eintretenden Lichtes, wenn k ungerade ist, unter Drehung der Polarisationsebene um 90°. Im ersteren Falle löscht der Analysator den Strahl aus bei gekreuzter Stellung, im letzteren bei Parallelstellung. Da nun im weißen Lichte Strahlen der verschiedensten Größen der Wellenlänge λ enthalten sind, so werden durch die Wirkung der Kristallplatte die einen Anteile des weißen Lichtes im Analysator sich erhalten, die andern ausgelöscht werden. Man sieht daher bei Drehung des Analysators aus der einen Hauptstellung in die andre die Platte von der einen in die andre zweier komplementären Farben übergehen. Ganz ähnlich wie bei den Farben dünner Blättchen bestehen diese komplementären Farben (s. Farben, Bd. 3, S. 604) aus einer um so kleineren Zahl von Teilen des Spektrums, sind um so deutlicher voneinander verschiedene Mischfarben, je kleiner die Zahl k ist. Hat die Platte in verschiedenen Teilen verschiedene Dicke, so erscheinen diese Teile verschieden gefärbt; ein Gipskeil zeigt die Newtonschen Farbenbänder in der seiner Kante parallelen Richtung; er kann benutzt werden, um die Ordnung der Farbe zu bestimmen, welche ein dünnes Blättchen zeigt und folglich, um die Dicke des Blättchens zu ermitteln, indem man durch Aufeinanderlegen von Blättchen und Keil diejenige Stelle des Keils ermittelt, welche die Farbe des Blättchens zu weiß ergänzt. Ueber Farbenerscheinungen bei Platten optisch inaktiver Kristalle vgl. Zirkularpolarisation.

2. Senkrecht zur optischen Achse geschliffene Platten einachsiger Kristalle, die optisch inaktiv sind, d. h. keine Drehung der Polarisationsebene im Innern der Platte bewirken, zeigen

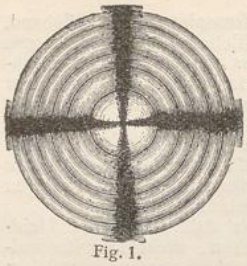


Fig. 1.



Fig. 2.
Ringsysteme in optisch-einachsigen Kristallen.

bei genau parallel durchgehendem Lichte keine Farbenerscheinungen, wohl aber bei genügend konvergierenden Richtungen des durchgehenden Strahlenbüschels. Alle gleichweit von der senkrechten Richtung abweichenden Strahlen erleiden eine Doppelbrechung von gleichem Betrage der Phasendifferenz; daher bilden sich konzentrische Ringe der Newtonschen Farbenbänder, deren Mitte in der Parallelstellung hell, in der Kreuzstellung dunkel ist, die aber auch entlang den beiden senkrechten Hauptebenen des Analysators von einem farblosen, bei Parallelstellung hellen, bei Kreuzstellung dunkeln Kreuze durchschnitten werden (Fig. 1 und 2). Für die verwickelteren Erscheinungen bei Platten doppeltbrechender, zweiachsiger Kristalle, die sich in ähnlicher Weise erklären, von denen Fig. 3 und 4 die Erscheinungen in Platten zeigen, deren Schnitt auf der Halbierungslinie des Winkels der optischen Achsen senkrecht steht, ferner für die Erscheinungen in gepreßten und gekühlten Gläsern sowie für die Geschichte und die exakte mathematische Erklärung der Beobachtungen sei auf die eingehende Behandlung des Gegenstandes in [2], [3], [6] und [7] verwiesen.

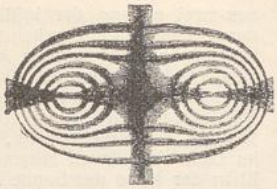


Fig. 3.



Fig. 4.
Ringsysteme in optisch-zweiachsigen Kristallen.

Literatur: [1] Huygens, Traité de la lumière, Leyden 1690, S. 89. — [2] Winkelmann, Handbuch der Physik, 2. Aufl., Leipzig 1906, VI, 2, S. 1123—1127. — [3] Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik und Meteorologie, 9. Aufl., Braunschweig 1897, S. 975. — [4] Pernter, J. M., Denkschr. Wien. Akad., 73, 1901, S. 300. — [5] Wiener, O., Wied. Ann. 40, 1890, S. 203. — [6] Riecke, Lehrbuch der Experimentalphysik, 2. Aufl., Leipzig 1902, I, S. 464 ff. — [7] Wüllner, A., Lehrbuch der Experimentalphysik, 5. Aufl., Leipzig 1897—99, 4, § 113. *Aug. Schmidt.*

Polarisation, dielektrische, der durch Influenz (s. d.) hervorgerufene elektrische Zustand eines Isolators (Dielektrikums), in welchem ähnlich, aber schwerer ausgleichbar, also dauernder, eine elektrische Polarität erzeugt wird.

Polarisation, elektrische, die Veränderung an der Oberfläche zweier Elektroden (z. B. derjenigen eines galvanischen Elementes oder eines elektrolytischen Bades), die nach erfolgter Stromeinwirkung eine elektromotorische Gegenkraft (s. Galvanismus) hervorruft, welche einen dem ursprünglichen Primärstrome entgegengesetzten Strom zu erzeugen sucht. Die Oberflächenveränderung wird durch die chemischen Reaktionen des Primärstromes bewirkt, welche auf den Elektroden Ueberzüge, z. B. von Wasserstoff und Sauerstoff, hervorbringen, deren Polarität der ursprünglichen entgegengesetzt ist. Der Wasserstoff geht hierbei zur Kathode (Kupferpol), der Sauerstoff zur Anode (Zinkpol).

Das Auftreten dieser elektromotorischen Kraft der Polarisation läßt sich durch folgenden Versuch nachweisen. Man legt in den Stromkreis einiger galvanischer Elemente eine Zersetzungszelle (Voltameter), bestehend aus zwei in angesäuertes Wasser getauchten Platinblechen, und ferner ein Galvanometer. Schaltet man dann die Elemente, nachdem sie eine Zeitlang Strom geliefert haben, aus und verbindet die Zersetzungszelle und das Galvanometer zu einem neuen Stromkreise, so gibt das letztere jetzt einen Ausschlag nach entgegengesetzter Richtung, zeigt also den durch die elektromotorische Gegenkraft hervorgerufenen Polarisations- oder sekundären Strom an. (Gaselement, s. a. Galvanismus.) Die Größe dieser elektromotorischen Kraft ist von der Natur der Elektroden und der zersetzten Flüssigkeit abhängig; sie beträgt z. B. bei Platinelektroden in Wasser $\sim 1{,}5$ Volt; die Zersetzung des Wassers tritt daher nur dann ein, wenn die Spannung der Elemente größer als 1,5 Volt ist. Sobald im weiteren Verlauf des Versuches die Gasschichten von den Elektroden verschwunden sind, hört auch der Polarisationsstrom auf.

Bezeichnet bei einem galvanischen Elemente (s. Galvanismus) J die Stromstärke, E die elektromotorische Kraft, W den Gesamtwiderstand und e die elektromotorische Gegenkraft der Polarisation, so ist $J = (E - e) : W$. Die Polarisation wirkt also auf den Primärstrom des Elementes schwächend ein, und ihre Wirkung muß beseitigt werden, wenn ein konstantes Element erzielt werden soll, welches während des Stromdurchganges gar keine oder doch nur eine geringe Abnahme der elektromotorischen Kraft erleidet. Bei allen neueren Elementen erfolgt die Beseitigung der Polarisation auf chemischem Wege, indem man solche Körper (Depolarisatoren) in die Nähe der Kathode bringt, welche leicht Sauerstoff abgeben und den freiwerdenden Wasserstoff binden. Dazu eignen sich besonders Superoxyde, starke Säuren, Salze u. dergl. (s. Galvanismus).

Im Gegensatz zu diesen Primärelementen bezeichnet man die obenerwähnte Zersetzungszelle als Sekundärelement. Ritter hat schon 1803 die Polarisation von Metallelektroden zur Herstellung solcher sekundären Elemente (Ladungssäulen) benutzt, konnte jedoch

keine befriedigenden Resultate bekommen, solange die Zersetzungsprodukte hauptsächlich nur aus Gasen bestanden, welche sich leicht wieder ablösten und so unwirksam wurden. Planté strebte deshalb dahin, die Zersetzungsprodukte mit der Elektrodenoberfläche in chemische Verbindung zu bringen, und es gelang ihm 1860, durch die Verwendung von Blei und Bleioxyden sehr wirksame Sekundärelemente (s. Akkumulatoren, elektrische) herzustellen.

Literatur: Heinke und Ebert, Handbuch der Elektrotechnik, Leipzig 1902; Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1908. *Holzt.*

Polarisationsapparate, s. Polarisation des Lichts, Zirkularpolarisation.

Polarisationsebene, s. Polarisation des Lichts.

Polarisationsmikroskop, ein mit Linsengläsern versehener Polarisationsapparat (s. Polarisation des Lichts).

Die Linsen erfüllen den doppelten Zweck, Kristalle in konvergentem statt in parallelstrahligem Lichte untersuchen zu können, ein Vorteil, welchen die unmittelbar ans Auge gebrachte Turmalinzange gegenüber dem Nörrembergschen Polarisationsapparat ebenfalls besitzt, und den Zweck, mikroskopisch kleine Objekte der optischen Prüfung zu unterwerfen. Ueber ein sehr vervollkommnetes Instrument dieser Art, das Polarisationsinstrument von Groth, vgl. [1].

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Physik. Techn. II, 6. Aufl., Braunschweig 1895, S. 861. *A. Schmidt.*

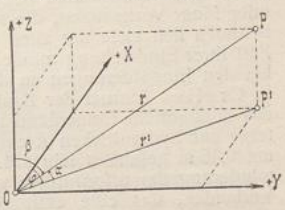
Polarisator, s. Polarisation des Lichts.

Polarisierter Sauerstoff, s. v. w. Ozon (s. d.).

Polariskop, s. Zirkularpolarisation.

Polarkoordinaten im Raum, in der Ebene, auf der Kugel und dem Ellipsoid.

In bezug auf den Punkt O, den Pol, in der Polarebene XY ist der Punkt P (s. die Figur) eindeutig bestimmt durch die Strecke r, welche Radius oder Radiusvektor genannt wird, sowie durch den Richtungswinkel φ und den Winkel α oder den Winkel β. r, φ und α oder β sind die Polarkoordinaten des Punktes P im Raum. r wird stets absolut genommen; φ zählt vom positiven Zweig der Polarachse X im positiven Drehungssinne von 0—360°; α wird von der Projektion r' des Radius auf die Polarebene aus entweder positiv oder negativ von 0—90° gezählt, je nachdem der Radius sich über die Polarebene erhebt oder sich unter diese Ebene senkt; β rechnet von der Normale $+Z$ zur Polarebene aus von 0—180° positiv. Ist die Polarebene eine Horizontalebene, so heißen die positiven Werte von α Höhenwinkel und die negativen Tiefenwinkel; die Winkel β sind dann Zenitwinkel. — In der Ebene wird die Lage des Punktes P' durch die Polarkoordinaten r' und φ bestimmt. — Die Punktbestimmung durch Polarkoordinaten ist auch übertragen worden auf die Kugel- und Ellipsoidoberfläche. Die Polarkoordinaten werden dann gebildet durch den kürzesten Entfernungsbogen zwischen Pol und Punkt und durch den Winkel, welchen der Bogen mit einer Anfangsrichtung einschließt. — Wegen der Berechnung von rechtwinkligen Koordinaten aus Polarkoordinaten und weiteres s. Koordinaten, Bd. 5, S. 618—621; ferner vgl. Kartenprojektion, Bd. 5, S. 391. *Hillmer.*



Polarkreis. Am Himmel sind der nördliche und der südliche Polarkreis, d. h. die Parallelkreise mit rund 23° 27′ (= Schiefe der Ekliptik) sphärischem Abstand vom Nordpol und Südpol der Sphäre, ohne weitere Bedeutung. Auf der Erdoberfläche sind die Polarkreise ebenso definiert: Parallelkreise mit $\varphi_1 = +66°\,33'$ und $\varphi_2 = -66°\,33'$ Breite.

Sie begrenzen auf jeder Erdhalbkugel die Polarkalotte, die man als kalte Zone bezeichnet. Ueber Tagesdauer, meteorologische Verhältnisse u. s. w. in Punkten der Polarkreise und dem Pol noch näherliegenden Punkten vgl. man die Lehrbücher der Geographie und Astronomie, vor allem auch Arrhenius, S., Kosmische Physik, Leipzig 1903.

Polarnormale, die Länge der Normale einer auf ein Polarkoordinatensystem r, φ bezogenen Kurve vom Kurvenpunkt bis zu einer Senkrechten zum Radiusvektor durch den Koordinatenursprung. Dieselbe ist

$$= \sqrt{r^2 + \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2} = \frac{ds}{d\varphi},$$

wo ds das Bogenelement; beim Kreis z. B. konstant gleich dem Radius. *Wölffing.*

Polarsubnormale, die Länge einer durch den Ursprung senkrecht zum Radiusvektor gezogenen Geraden vom Ursprung bis zum Schnitt mit der Kurvennormale. Dieselbe ist $\frac{dr}{d\varphi}$ und z. B. konstant bei der archimedischen Spirale.

Polarsubtangente, die Länge einer durch den Ursprung senkrecht zum Radiusvektor gezogenen Geraden vom Ursprung bis zum Schnitt mit der Kurventangente. Dieselbe ist $r^2 : \frac{dr}{d\varphi}$ und konstant bei der hyperbolischen Spirale.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Polartangente, die Länge der Tangente vom Kurvenpunkt bis zu einer Senkrechten zum Radiusvektor durch den Urſprung. Dieſelbe iſt $= r\frac{ds}{dr}$, wo ds das Bogenelement, und konſtant bei der Polartraktrix. *Wölffing.*

Polartraktrix, die Kurve mit der Polargleichung $\vartheta = \frac{\sqrt{a^2 - r^2}}{r} - \arccos\frac{r}{a}$.

Sie hat einen Wendepunkt für $\vartheta = 1 - \frac{\pi}{4}$; der Urſprung iſt ein aſymptotiſcher Punkt. Die Polartangente iſt konſtant. Der Radiusvektor iſt dem Logarithmus des Bogens umgekehrt proportional. Die Fläche iſt gleich derjenigen eines Kreiſes mit Radius $\frac{a}{2}$. Die Kurve iſt zur Kreisevolvente invers.

Literatur: Schlömilch, Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, Bd. 1, 2. Aufl., Leipzig 1873, S. 96. *Wölffing.*

Polcura, ein bei San Jago (Chile) vorkommendes, an Alaunſalzen, Chlornatrium u. ſ. w. reiches Mineralgemenge, das als Gerbmaterial verwendet wurde.

Literatur: Dingl. Polyt. Journ. CXCII, 79. *Päßler.*

Polder oder Koog, allgemein eine umdeichte Fläche; man unterſcheidet Strompolder im Flußgebiet von den Seepoldern an der Küſte. Indeſſen beſchränkt man in der Regel die Bezeichnung auf Seepolder, und zwar auf jüngere umdeichte Flächen, ſowie auf ſolche Niederungen, die einer künſtlichen Entwäſſerung bedürfen und zu dieſem Zwecke innerhalb der Marſch mit einer beſonderen, das fremde Waſſer andrer Bezirke fernhaltenden Bedeichung umgeben ſind.

Die nach der Eindeichung eintretende Senkung des Bodens iſt bei den Seepoldern gewöhnlich erheblicher als bei den eingedeichten Gebieten der Flußtäler, einmal weil die Ablagerung der ſchlickhaltigen Sinkſtoffe an ſich viel ſtärker iſt, namentlich aber, weil unter dem Schlickboden häufig Lager von Darg (ein mit Schilf und Rohr durchſetzter Boden) oder Moor vorkommen, die noch auf Jahre hinaus eine Zuſammenpreſſung erfahren. Deshalb befinden ſich viele der alten Polder gegenwärtig 1—2 m unter ordinärer Flut, während ſie zur Zeit ihrer Eindeichung mindeſtens in gleicher Höhe mit ihr gelegen haben müſſen. Die Senkung bei den Einpolderungen an der deutſchen Seite des Dollart iſt nach Reinholds Mitteilungen in Crelles Journal der Baukunſt, Bd. 13, S. 308, zu 0,7—1,1 cm jährlich ermittelt, während das holländiſche Binnenland nach den älteren Unterſuchungen von Lulolf (Woltmann, Beiträge zur hydrauliſchen Architektur, Bd. 4, S. 121) ſeit dem Jahre 1250 in jedem Jahrhundert um 0,45 m geſunken ſein ſoll. In dieſer allmählichen Senkung liegt der Hauptgrund zur Verminderung der urſprünglich vorhandenen Vorflut; dazu kommt das allmähliche Anwachſen des Vorlandes, das eine entſprechende Verlängerung und Gefällverſtärkung des Außentiefs bedingt. Anderſeits liegen die Verhältniſſe der Seemarſchen in mancher Beziehung günſtiger als die der Flußmarſchen. So fehlen Eisgang und Eisſtopfungen; die hohen Waſſerſtände haben infolge des Wechſels von Ebbe und Flut eine weniger lange Dauer als das Hochwaſſer der Flüſſe, und da die tonhaltigen Ablagerungen ſtärker ſind, ſo fehlt auch das bei den Flußdeichen ſo läſtige und ſchädliche Kuverwaſſer. Die größere Stärke der fruchtbaren Bodenſchichten bedingt zugleich eine erhöhte und dauerhaftere Fruchtbarkeit, ſo daß das Ausbleiben neuer Schlickablagerungen weniger empfunden wird als in den eingedeichten Flußniederungen.

Bei einem neuen Polder vermindern ſich die auf 1 ha entfallenden Eindeichungskoſten mit der wachſenden Breite der umſchloſſenen Fläche. Es beſteht deshalb ſeitens der Beſitzer die Neigung, den neuen Deich möglichſt weit vorzuſchieben; doch ſollten nur gutbegrünte und 0,3—0,5 m über gewöhnlicher Flut liegende Flächen eingedeicht werden. Im übrigen iſt es wirtſchaftlich richtiger, die Eindeichung vorzunehmen, ſobald ſich die aufgewendeten Koſten rentieren, als eine Verbreiterung des künftigen Polders abzuwarten, weil die Nutzung des außendeichs liegenden Gebiets infolge ſeiner zeitweiſen Ueberflutung nur eine beſchränkte iſt. Während ſein Wert vielleicht 1000 ℳ pro Hektar beträgt, ſteigt er nach erfolgter Eindeichung wohl auf 3500 ℳ und noch höher. Betragen deshalb — unter Zugrundelegung des letztgenannten Wertes — die Koſten für 1 m Deich einſchließlich der Siele 75 ℳ, ſo dürfen auf 1 ha Polder $3500 - 1000 : 75 = 33$ m Deich kommen, d. h. es muß das Polder $10\,000 : 33 = 300$ m breit ſein, um die Eindeichung nutzbringend zu machen. Dieſe Art der Berechnung bezieht ſich auf Deiche, deren Fuß im feſten grünen Vorlande liegt und deshalb von den gewöhnlichen Fluten nicht getroffen wird; ihre Unterhaltungskoſten ſind dann mäßig und laſſen ſich meiſtens aus den Einnahmen für Beweidung des Deichkörpers decken.

Das Anwachſen des vor dem neuen Deich liegenden Vorlandes pflegt durch die Einpolderung begünſtigt zu werden, weil das Flutwaſſer den Polder nicht mehr wie früher bedeckt; es nimmt alſo auch die über das Außendeichland zurückfließende Waſſermenge und damit die das Ablagern der Sinkſtoffe ſtörende Strömung entſprechend ab.

Literatur: Hagen, Handbuch der Waſſerbaukunſt, 3. Teil, 1878, Bd. 1, S. 286 ff.; Garbe, Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 3, 2. Abt., 2. Aufl., 1900, S. 689; Eckermann, Die Bedeichung der Maxquellen, Zeitſchr. f. Bauw., 1875, S. 219; Die Polder und Polderdeiche der unteren Schelde in Belgien, Ann. des travaux publics de Belgique 1899. *Frühling.*

Polderdeich, Bezeichnung für den zur Eindeichung eines Polders hergeſtellten Deich, ſolange er noch nicht einer regelmäßigen Schauung unterzogen und dadurch zum Schaudeich erhoben wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Damit dies geſchehen kann, muß der neue Deich ſich mehrere Jahre hindurch bewährt haben, eine dichte Grasnarbe und genügendes Vorland beſitzen; auch muß die Feſtſetzung der Beträge zur Deichlaſt erfolgt ſein, welche die Beſitzer des neuen Polders dem betreffenden Deichverbande zu entrichten haben. Die Entſcheidung über die ſogenannte Verſtühlung, d. h. über die Annahme des Polderdeichs zum Schaudeich, erfolgt durch die obere Aufſichtsbehörde, nachdem der angemeſſene Zuſtand des Deichs und derjenige der zugehörigen Entwäſſerungsanlagen durch beſondere Feſtſtellung (welche ſich auf die Höhe der Deichlaſten bezieht) erfolgt iſt. *Frühling.*

Poldermühlen, zur Entwäſſerung eingedeichter Polder dienende Schöpfwerke. Ihr Betrieb erfolgte früher faſt ausſchließlich durch Windmühlen, an deren Stelle in den letzten Jahrzehnten immer mehr die Dampfmaſchine getreten iſt, namentlich bei den zum Ackerbau dienenden Flächen (vgl. Schöpfwerke). — Zur Trockenhaltung von 100 ha rechnet man in Holland etwa $1^1/_4$ PS. *Frühling.*

Polderpegel, der zuläſſige höchſte Waſſerſtand oder Staufpiegel des Binnentiefs vor dem Siele, welcher ſich nach den niedrigſten Grundſtücken der bedeichten und durch das Siel zu entwäſſernden Marſch richtet. *Frühling.*

Poldiſtanz, ſ. Polweite, Koordinaten am Himmel.

Polen, ſ. Kupfer, Bd. 5, S. 782.

Polhöhe nennt man die anguläre Erhebung des am betreffenden Erdorte ſichtbaren Himmelspols über die Ebene des Horizonts, reſp. über diejenige Ebene, welche am Beobachtungsort die Erdoberfläche tangiert. Mit Polhöhe wird identiſch gebraucht geographiſche Breite.

Dieſe iſt aber definiert als derjenige Winkel (φ), welchen die Normale im Beobachtungspunkt mit der Ebene des Erdäquators einſchließt. Dieſe Normale geht einmal wegen der elliptiſchen Geſtalt der Erdmeridiane nur am Pol ſelbſt und am Aequator durch den Mittelpunkt der Erde, an allen andern Orten aber nicht durch denſelben, außerdem braucht dieſelbe auch nicht in der Ebene des Meridians zu liegen, da die Erde kein genaues Rotationsellipſoid iſt. Die Polhöhe iſt, wie ſchon Beſſel vermutete, ſeit etwa 20 Jahren durch Anwendung ſehr genauer Methoden zu ihrer Beſtimmung aber genau nachgewieſen, kleinen Schwankungen von etwa 0,″2 Amplitude um einen Mittelwert unterworfen, die offenbar von Maſſenverſchiebungen im Erdkörper herrühren (vgl. dazu Erdachſenſchwankung und Nordpol). Bezüglich des Unterſchiedes zwiſchen aſtronomiſcher und geodätiſcher Breite vgl. Geographiſche Koordinaten, Geodätiſche Uebertragung und Lotabweichung. *Ambronn.*

Polhöhenbeſtimmung. Ein großes und wichtiges Kapitel der geodätiſchen und aſtronomiſchen Lehren bildet die Beſtimmung der Polhöhe (ſ. Breite, geographiſche). Die geodätiſche Beſtimmung der Polhöhe eines Ortes kann nur eine relative ſein, d. h. ſie kann nur durch Uebertragung der bekannten Breite eines Ortes auf der Erde durch Diſtanz und Azimut nach einem andern Orte geſchehen. Vgl. dazu Geodätiſche Uebertragung. Die aſtronomiſche Polhöhenbeſtimmung, die auf verſchiedene Weiſe geſchehen kann, iſt eine abſolute Meſſung, und dieſe allein mag hier näher erläutert werden.

1. Einleitung. Die direkte Beſtimmung der Polhöhe φ iſt erreicht, wenn das Zenit Z des Beobachtungspunkts (vgl. Fig. 1, welche den Meridianſchnitt darſtellt) gegen den Kulminationspunkt K irgend eines Sterns mit bekannter δ beſtimmt iſt, d. h. wenn der Bogen ZK gemeſſen iſt. Es iſt nämlich Bogen $ZA = \varphi$, ferner $AK = \delta$, ſomit, wenn die Kulminations- (d. h. die Meridian-)Zenitdiſtanz ZK des Geſtirns mit z_0 bezeichnet wird (z_0, d. h. der gemeſſenen Zenitdiſtanz verbeſſert für Refraktion und wenn nötig für Parallaxe, vgl. die Art. Höhenwinkel und Refraktion reſp. Parallaxe)

$$\varphi = z_0 + \delta \; (= 90^0 - h_0 + \delta).$$ 1.

Für weniger genaue Beſtimmung der geographiſchen Breite, z. B. auf einer Reiſe, genügt in der Tat die Meſſung einer ſolchen Kulminationszenitdiſtanz (Meridianhöhe) bis auf 0,′3 bis 0,′5. Iſt das Geſtirn die Sonne oder ein Planet, ſo muß δ für die Ortszeit des Meridianſtands interpoliert werden. Kennt man den Moment der Kulmination des Geſtirns ziemlich genau, ſo liefert die Meſſung der Höhe reſp. die Zenitdiſtanz in dieſem Moment ein recht gutes Reſultat für die Polhöhe nach 1. Iſt die Zeit der Beobachtung aber weniger ſcharf bekannt, ſo muß man eine größere Anzahl von Meſſungen machen und dieſe durch graphiſche Auftragung nach Uhrangabe als Abſziſſe und nach Höhe als Ordinate oder auch durch rechneriſche Behandlung ausnutzen zur Ableitung der größten Höhe. Es braucht dann alſo gar nicht einmal der Fehler der Uhr bekannt zu ſein, nur ein einigermaßen gleichförmiger Gang derſelben iſt erforderlich. Wie immer verteilt man bei ſolchen Meſſungen die Einſtellungen gleichmäßig auf beide Fernrohrlagen, darf aber nicht I und II zuſammenfaſſen, ſondern muß ſie getrennt reduzieren (Indexfehler, + und — in der I. und II. Lage, vorläufig als erſt am Schluß zu beſtimmende Unbekannte mitgeführt). Handelt es ſich um genauere Ermittlung der Polhöhe, ſo ſchlägt man mit Vorteil das folgende Verfahren ein:

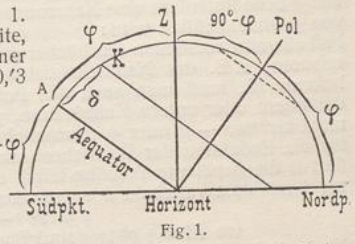


Fig. 1.

2. Zirkummeridianzenitdiſtanzen. Da man im allgemeinen das Geſtirn nicht gerade im Meridian beobachten kann, es auch mehrmals anviſieren will, ſo mißt man nahe beim Meridian ſogenannte Zirkummeridianhöhen oder -zenitdiſtanzen, z. B. Höhen der Sonne, die nicht weit entfernt vom wahren Mittag liegen, und „reduziert“ ſie auf den Meridian, d. h. man bringt an die jeweils gemeſſene Zenitdiſtanz eine Korrektion an, die den Unterſchied zwiſchen z_0 und z ausdrückt. Iſt t der Stundenwinkel im Augenblick der Meſſung öſtlich oder weſtlich vom Meridian (der beſonders bei kleinem z_0 nicht groß ſein darf, z. B. nicht über 10 oder 15 Zeitminuten; für einen Stern ſehr nahe beim Pol vgl. 3.), ſo ergibt ſich die Reduktion auf den Meridian genügend aus:

$$h_0 - h = z - z_0 = \frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin(\varphi-\delta)} \cdot 2\frac{\sin^2\frac{t}{2}}{\sin 1''} \qquad 2.$$

(wobei für $2\frac{\sin^2\frac{t}{2}}{\sin 1''}$ ſehr ausführliche Tafeln vorhanden ſind; vgl. unten); bei größerem t und ſchärferer Rechnung iſt rechts beizufügen:

$$-\left\{\frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin(\varphi-\delta)}\right\}^2 \operatorname{ctg}(\varphi-\delta)\,2\frac{\sin^4\frac{t}{2}}{\sin 1''}.$$

Setzt man dann den aus den Einzelmeſſungen ſich ergebenden Mittelwert von z_0 oder h_0, wie er ſich aus dem gemeſſenen z oder h gemäß 2. ergibt, in 1. ein, ſo iſt die Aufgabe gelöſt.

3. Polarishöhen. Ebenſo bequem wie die Höhen der Sonne, der Planeten oder der helleren Fixſterne in der Nähe des Meridians nach 2. (Meſſung über Mittag oder wenigſtens in der Morgen- oder Abenddämmerung) iſt für weniger genaue Beſtimmungen in nicht zu kleinen Breiten auf der Nordhalbkugel eine Polarishöhe zu beliebiger bekannter Zeit.

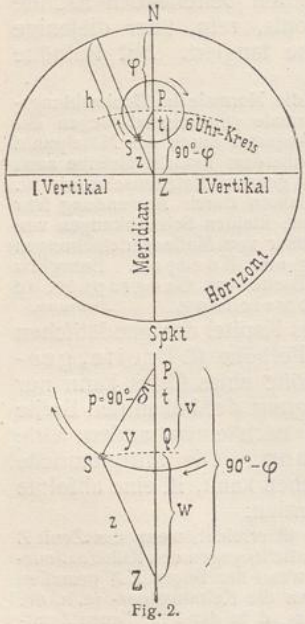


Fig. 2.

Die Bedingung für eine genaue Beſtimmung von φ iſt, daß das beobachtete Geſtirn ſeine Zenitdiſtanz nur langſam ändert, damit eine Unſicherheit in der Zeitangabe nur geringen Einfluß auf die Meſſung von Zenitdiſtanz erhält. Das iſt im allgemeinen in der Nähe des Meridians der Fall, wie in 2. angenommen, für polnahe Sterne gilt das aber für jeden Stundenwinkel noch genügend. Der Polarſtern (α Ursae min.) z. B. erreicht bei $\varphi = 48^0\,47'$ und bei Annahme von $90^0 - \delta = 1^0\,15'$ in ſeiner größten Digreſſion nur $1^0\,54'$ im Azimut, und vom Azimut allein iſt in einem beſtimmten Beobachtungsort die Geſchwindigkeit der Höhenänderung der Geſtirne abhängig. Im Falle des Polarſterns ändert ſich daher die Zenitdiſtanz in 3,7 Zeitſekunden nur um $1''$ in ungünſtigſter Stellung. Iſt zur Sternzeit Θ die Zenitdiſtanz z (Höhe $h = 90^0 - z$) des Polarſterns gemeſſen, alſo der Stundenwinkel t des Sterns zur Meſſungszeit $t = \Theta - \alpha$, ſo iſt (vgl. Fig. 2) im „aſtronomiſchen Dreieck“ ZPS die Seite $PZ = 90^0 - \varphi$ zu beſtimmen aus den zwei andern Seiten z und p und dem Gegenwinkel t von z. Zieht man alſo die Höhe aus S (Großkreisbogen SQ ſenkrecht zum Meridian), ſo iſt aus den zwei rechtwinkligen Dreiecken:

$$\left.\begin{aligned} \sin y &= \sin t \sin p, \qquad \operatorname{tg} v = \cos t \operatorname{tg} p, \\ \cos w &= \frac{\cos z}{\cos y} = \frac{\sin h}{\cos y}, \end{aligned}\right\} \quad 3.$$

alſo aus:

$$90^0 - \varphi = v + w, \qquad \varphi = 90^0 - (v + w), \qquad 4.$$

die geſuchte Breite beſtimmt.

Dieſer direkten Auflöſung ſubſtituiert man in der Regel mit Rückſicht auf die Kleinheit von p beim Polarſtern eine Näherungsauflöſung; durch Reihenentwicklung. Bis zu den 2. Potenzen von p einſchließlich wird: $\varphi = h - p\cos t + \frac{1}{2}p^2\sin^2 t \operatorname{tg} h.$ 5.

Faſt alle aſtronomiſchen Jahrbücher enthalten auch nach 5. eingerichtete Tafeln, die alle Rechnung erſparen, z. B. das Nautiſche Jahrbuch jedes Jahres [1]. Wenn die Zeit ſehr wenig genau bekannt iſt, muß man auch den Polarſtern in der Nähe des Meridians nehmen (in der Nähe der obern oder untern Kulmination, wobei alſo das erſte und Hauptkorrektionsglied rechts ſich nicht viel von $-p$ oder $+p$ unterſcheidet und das zweite klein iſt). Einen ähnlichen Ausdruck für die Reduktion der Polarisbeobachtungen erhält man, wenn man in der Reihenentwicklung ſtatt h die genäherte Polhöhe ſelbſt einführt; das hat den Vorteil, daß man das dritte Glied nicht mit dem variabeln h zu rechnen braucht. Es iſt dann

$$\varphi = 90^0 - (z + p\cos t - M\sin^2 t - N),$$

wo $M = \frac{1}{2}p^2 \operatorname{tg}\varphi \sin 1''$ und $N = \frac{1}{4}p^3(1 + 3\operatorname{tg}^2\varphi)\sin^2 t \cos t \sin^2 1''$ iſt.

Nach dieſer Formel laſſen ſich ſehr bequeme und ſcharfe Tafeln rechnen [9].

4. Nautiſche Breitenbeſtimmungen. Die vorſtehenden Methoden 2. und 3. ſind die wichtigſten auch zur See; Meſſung der h mit Spiegel- und Prismeninſtrumenten (ſ. d.) über der Kimm (ſ. d., Bd. 5, S. 470). Eine große Menge von Schriften (Lehrbücher der Navigation u. ſ. w.) und Tafeln ſind den nautiſchen Breitenbeſtimmungen gewidmet, von denen in [2]—[6] einige angeführt ſind. Einzelheiten ſ. a. in den Art. Douwes' Aufgabe (ſ. a. Littrows Aufgabe, Sumnerlinien u. ſ. w.). — Daß ſehr raſche Bewegung des Schiffs in der Richtung Nord-Süd oder umgekehrt bei der Reduktion der Zirkummeridianhöhen auf den Meridian von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beträchtlichem Einfluß iſt (die größte Höhe der Sonne iſt nicht für den Meridianſtand der Sonne vorhanden, ſondern ſie kann in unſern Breiten bis zu 25 Zeitſekunden früher oder ſpäter als der Meridiandurchgang eintreten, was von der Aenderung der Deklination der Sonne abhängt), iſt neuerdings mehrfach erörtert worden, zuerſt in [7].

5. Feine Zirkummeridianzenitdiſtanzmeſſung auf dem feſten Land, welche die Breite z. B. für Erdmeſſungszwecke auf 0,″2 oder 0,″1 genau liefern ſoll, kombiniert ſtets zwei Sterne, die ungefähr in gleichen Zenitdiſtanzen N. und S. vom Zenit des Beobachtungspunkts kulminieren, da man ſich ſo von der nicht ſelten vorhandenen Anomalie in der Hauptkonſtanten der Refraktion (ſ. d.) befreien und zugleich die Durchbiegung des Fernrohrs (ſ. d.) beſtimmen und in Rechnung bringen kann.

Sehr häufig werden z. B. Zenitdiſtanzen von Polaris (zu beliebiger Zeit) mit den Zirkummeridianzenitdiſtanzen von Südſternen, die ungefähr in derſelben Höhe kulminieren, kombiniert. Oder es werden beliebige Sternpaare in der Nähe des Meridians genommen, wobei in jedem Paar der eine Stern ungefähr ebenſoweit gegen N. vom Zenit entfernt kulminiert wie der andre gegen S., während von Paar zu Paar dieſe Kulminationshöhe wechſelt. Dabei iſt es neuerdings nach dem Vorgang von v. Sterneck vielfach üblich geworden, die verwendeten Sterne ſämtlich je nur im Augenblick der Kulmination ſelbſt zu beobachten (alſo jeden nur einmal, je in dem angedeuteten Augenblick, einzuſtellen); vgl. z. B. [8]. — Doch muß in Beziehung auf ſolche feinere Meſſung auf die Literatur verwieſen werden, z. B. [10]—[12].

6. Weitere Methoden für feinere Meſſung. Ebenſo können andre Methoden für dieſelben Zwecke hier nur angedeutet werden. Neben der in 5. genannten Methode der zum Zenit ſymmetriſchen Zirkummeridianzenitdiſtanzen, die den Nachteil haben, daß die Kreisteilungs- und Mikrokopfehler in Betracht kommen, wird auf Erdmeſſungsſtationen u. ſ. w. viel verwendet die Methode der „Durchgänge durch den I. Vertikal“ (Oſt- und Weſtzweig des I. Vertikals), die aber einen ſehr guten Uhrgang vorausſetzt (der Uhrſtand kommt nicht in Betracht), ſo daß auch ſehr gute Boxchronometer kaum genügen; vgl. Albrecht u. ſ. w., S. 58—74. Eigentümliche regelmäßige Unterſchiede zwiſchen den durch Zirkummeridianzenitdiſtanzen und durch Durchgangsbeobachtungen im I. Vertikal beſtimmten geographiſchen Breiten von oft überraſchend hohen Beträgen (0″,2, ja 0″,5) ſind bis jetzt nicht genügend erklärt.

Die Horrebow-Talcottſche Methode der Meſſung von Meridianzenitdiſtanzdifferenzen mit Hilfe der Mikrometerſchraube (durch den Amerikaner Talcott aufs neue eingeführt und verbeſſert, ſo daß ſie meiſt ſeinen Namen trägt), beſeitigt die ſyſtematiſchen Fehler in weitgehendem Maß (Kreisteilungsfehler, Biegung des Fernrohrs, Uhrfehler, Refraktionsanomalien kommen nicht in Betracht; nur die Fehler der Sterndeklinationen gehen noch in ihrem ganzen Betrag in die Reſultate ein). Man braucht zu ihrer Anwendung ein beſonderes Inſtrument mit Okularmikrometer, am beſten ein ſogenanntes Zenitteleſkop mit den nötigen beſonderen Einrichtungen mit ſehr empfindlichen Libellen; vgl. im übrigen [9], [10]. Ueber noch weitere Elimination der ſyſtematiſchen Fehler (Fehler der Sternpoſitionen) ſ. z. B. [11].

7. Photographiſche Breitenbeſtimmung. Da die Beſtimmung der geographiſchen Breite gleichbedeutend iſt mit der Auffindung desjenigen Punktes am Himmel, nach welchem die Lotlinie hinzeigt, ſo kann man auch φ finden, wenn es gelingt, ein Bild der Zenitgegend des Himmels für einen gegebenen Moment zu erhalten und auf dieſem den Zenitpunkt zu finden. Das läßt ſich erreichen mittels photographiſcher Aufnahmen, wenn dieſelben ſo angeordnet ſind, daß z. B. dem Zenit nahe Sterne in zwei um 180° azimutal verſchiedenen Aufnahmen Spuren auf der Platte ziehen. Die Verbindungslinien genau entſprechender Punkte dieſer Spuren müſſen ſich dann im Zenit ſchneiden. Die Lage dieſes Durchſchnittspunktes zu den abgebildeten Sternen, deren Poſitionen bekannt ſind, liefert dann die Deklination des Zenits und damit unmittelbar die geographiſche Breite. Des weiteren muß auf die Literatur verwieſen werden [15].

8. Schlußbemerkungen. Es ſei zum Schluß noch angeführt, daß die Beſtimmung der Polhöhe auf 1′, 20″, 10″ auch auf einer Reiſe mit Hilfe eines kleinen Univerſalinſtruments oder mit Reflexionskreiſen eine ſehr einfache und raſch zu erledigende Sache iſt, während die Beſtimmung auf 1″ bereits ziemlich große Inſtrumente und länger fortgeſetzte Beobachtung vorausſetzt. Die Anwendung der Talcottſchen Methode mit Benutzung des viſuellen und des photographiſchen Zenitfernrohrs hat für feine Meſſungen den Fehler auf etwa $^1/_{20}$″ herabgeſetzt.

Zur ganzen Aufgabe vgl. die Handbücher der ſphäriſchen und praktiſchen Aſtronomie, außer den in [9], [12], die mehr elementare Meſſungen nach 2. und 3. behandeln [13], und auch zahlreiche, oben nicht genannte Methoden zur Beſtimmung der Breite oder Breite und Uhrkorrektion u. ſ. w. gleichzeitig aus mehreren gemeſſenen Höhen oder Beobachtung von Sterndurchgängen durch denſelben Vertikalkreis oder Kombination von Höhen mit Azimutdifferenzen u. ſ. w. Auch Beobachtung der Durchgänge verſchiedener Sterne durch einen und denſelben Almukantarat kann benutzt werden, vgl. Nadirinſtrument. Angeführt ſei auch noch die näherungsweiſe Beſtimmung der Breite, z. B. auf 1′ genau (ſowie der Zeit und des Azimuts), ohne Inſtrument, die Harzer angegeben hat [14].

Literatur: [1] Tafel 11 des Anhangs, Breitenbeſtimmung nach der Höhe des Polarſterns. Da die Hauptkorrektion an $h, p \cos t$ mit einem für mehrere Jahre konſtant angenommenen p_0 berechnet wird, ſo iſt eine dritte Korrektion notwendig, die das wirkliche p berückſichtigt. — [2] Towſon, Tables for the Reduction of Ex-Meridian Altitudes, London 1880. — [3] Hutton, Pol Star Latitude, London 1890 ([2] und [3] ganz elementar). — [4] Domke, Nautiſche, aſtron. und log. Tafeln, 8. Aufl., Berlin 1885. — [5] Handbuch der Navigation (Reichsmarineamt), 4. Aufl., Berlin 1903, und Bolte, F., Neues Handbuch der Schiffahrtskunde, Hamburg 1899, Bd. 2, Tafelſammlung. — [6] Ambronn, Breitenbeſtimmungen zur See, Hamburg (Seewarte) 1894; guter Ueberblick über die wichtigſten nautiſchen Methoden. — [7] Goodwin, The Ex-Meridian etc.,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

London 1894. — [8] Veröff. des Preuß. geod. Inſt., Beſtimmung der Polhöhe auf 22 Stationen Kolberg—Schneekoppe, Berlin 1896. — [9] Chauvenet, Spherical and Practical Astronomy; Herr-Tinter, Sphäriſche Aſtronomie, Wien 1887, S. 410—515; Brünnow, Sphäriſche Aſtronomie, 4. Aufl., Berlin 1881, 5. Abſchn.; Doolittle, Pract. Astronomy, 4. Aufl., New York 1893, Kap. 5 u. 8; Loomis, Pract. Astron., 7. Aufl., New York 1892, S. 137—165; Caſpari, Astronomie pratique, Bd. 2, Paris 1889, S. 3—48; Albrecht, Formeln und Hilfstafeln für geogr. Ortsbeſtimmungen, 3. Aufl., Leipzig 1894, S. 43—86. — [10] Anwendungen in einer Menge von Erdmeſſungsſchriften, die Polhöhen publizieren, deren Titel hier nicht angegeben werden können; vgl. Geodätiſche Literatur (Veröff. der internationalen Erdmeſſung) von Börſch, Berlin 1889. — [11] Förſter, Zur Theorie des Durchgangsinſtruments, Anhänge des Berliner Aſtronom. Jahrbuchs für 1880 und 1882. — [13] Jordan, Grundzüge der geogr. Ortsbeſtimmung, Berlin 1885, §§ 19—21, 24 u.f.w.; Marcuſe, Ad., Handbuch der geogr. Ortsbeſtimmung für Geographen und Forſchungsreiſende, Braunſchweig 1905; Wislicenus, Handbuch der geograph. Ortsbeſtimmung auf Reiſen, Leipzig 1891, S. 167—218. — [14] Petermanns Geogr. Mitteilungen, Gotha 1896, S. 111, und: Ueber geogr. Ortsbeſtimmungen ohne aſtronomiſche Inſtrumente, Berlin 1896 (Mitteil. d. Vereins der Freunde der Aſtronomie und kosm. Phyſik). — [15] Neumayer, G., Wiſſenſchaftliche Beobachtungen auf Reiſen, 3. Aufl., Hannover 1906, Bd. 1, S. 58 ff.

Ambronn.

Polierahle, -apparat, ſ. Polieren.

Polieren, Poliermittel, -werkzeuge, -maſchinen. Das Herſtellen einer glänzenden Oberfläche auf Gegenſtänden von Metall, Stein, Holz, Elfenbein, Knochen, Horn, Schildpatt, Glas, Leder u. ſ. w. nennt man polieren.

1. **Polieren der Metalle.** Es beruht auf einem Niederdrücken oder Wegſchleifen (oder beides vereinigt) der kleinen Unebenheiten. Das Niederdrücken findet mit Hilfe der Polierſtähle (Polierahlen), Polierſteine und Polierhämmer ſtatt. Polierſtähle (Fig. 1—7) ſind gehärtete und feinpolierte Stähle, mit denen die zu polierende Fläche unter Druck überfahren wird; ſie ſind in einem Heft (Fig. *d—g*) oder zwecks Ausübung eines ſtarken Drucks in einem langen Holzſtiel (Fig. *a—c*) gefaßt, deſſen Ende auf die Schulter aufgelegt wird. Die Geſtalt des Stahls iſt je nach dem Zweck verſchieden: ſchwach kegelförmig, lanzett-, ſtiefel-, ſchnecken-, linſenförmig u. ſ. w. Zur Verminderung der Reibung und des Anſetzens von Metallpartikeln an die Polierſtähle wird Seifenwaſſer, Oel oder Bierhefe verwendet und der Stahl von Zeit zu Zeit auf einem Lederkiſſen mit Polierrot oder Kalk und Oel abgerieben. Die Polierſtähle werden für Gold, Silber, Aluminium u. ſ. w. beſonders dann angewendet, wenn nur einzelne Teile der Oberfläche poliert werden ſollen, ferner bei vergoldeten, verſilberten, plattierten u. ſ. w. Gegenſtänden, deren dünner Ueberzug ein Polieren durch Abſchleifen nicht geſtattet. Für die gleichen Zwecke finden die Polierſteine (Blutſtein, Achat, Jaſpis, Feuerſtein, Chalcedon u. a.), die durch Schleifen und Polieren mit einer glatten Druckfläche verſehen werden, Anwendung. — Die Polierahlen (Glättahlen) werden benutzt, um mit der Reibahle aufgeriebene Löcher zu glätten; ſie ſind verjüngt geſtaltete, ganz glatte und feinpolierte ſtählerne Werkzeuge, welche mit Gewalt in das Loch hineingedreht werden. — Die Polierhämmer (Handhammer mit kreisrunder, ſchwach gewölbter, feinpolierter Bahn) dienen in Verbindung mit dem Polierſtock (Polierſtöckel, kleiner Amboß mit quadratiſcher, ſchwach gewölbter, feinpolierter Bahn und abgerundeter Kante) zum Schlagen von Weißblech, um die Verzinnung blank und glänzend zu machen, von Kupferſchmiedarbeiten u. ſ. w. Als Polierhämmer werden auch ſchnellgehende mechaniſche Hämmer bezeichnet, welche z. B. bei der Senſenherſtellung die Senſen glatt hämmern. — Die Polierwalzen ſind fein-, für Edelmetalle hochglanzgeſchliffene Walzen, die beim Durchgang des Walzguts dieſem eine glänzende Oberfläche verleihen (ſ. a. Walzen).

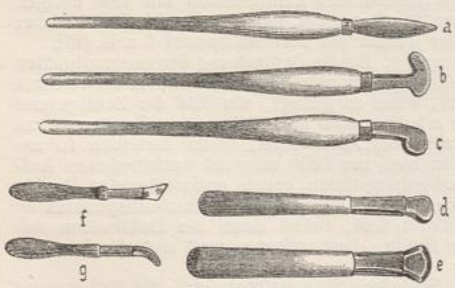


Fig. 1—7.

Das Polieren durch Wegſchleifen der kleinen Unebenheiten geſchieht unter Anwendung feingepulverter Schleifmittel (Poliermittel). Dieſe werden trocken oder mit Oel, Spiritus, Stearinöl, Waſſer, Glyzerin u. ſ. w. angerührt oder in Paſtenform angewendet. Als Poliermittel kommen in Betracht: feingeſchlämmte Schmirgel, Eiſenoxyd, Pariſerrot, Polierrot, Crokus, Colcothar, Zinnaſche, Knochenaſche, gebrannter ungelöſchter (beſonders Wiener) Kalk, Tripel u. a. [1]. Um das Poliermittel zur Wirkung zu bringen, muß es in der Regel auf einen Träger aufgebracht werden und eine gegenſeitige raſche Bewegung zwiſchen Arbeitsſtück und Poliermittelträger ſtattfinden. Da es ſich um ein Schleifen (mit feinen Schleifmitteln) handelt, ſo kommen naturgemäß Einrichtungen beim Polieren zur Anwendung, die auch beim Schleifen gebraucht werden. Es gilt deshalb ein Teil der Ausführungen im Art. Schleifen (ſ. d.) auch für das Polieren. Als Träger für Poliermittel kommen insbeſondere in Betracht (ſ. unten): Polierleder, Tuch, weiche Hölzer, Bürſten, Filz, Papier, Kork u. ſ. w.

Die für das Polieren notwendige Bewegung zwiſchen Arbeitsſtück und Poliermittel bezw. Poliermittelträger kann erfolgen:

a) bei kleineren Gegenſtänden wie Ketten, Kugeln u. ſ. w. mit Hilfe von Polierfäſſern (Poliertrommeln, -tonnen), ſ. Fig. 8. In die um eine wagerechte Achſe drehbare und verſchließbare Trommel werden die Arbeitsſtücke mit Lederſpänen und dem Poliermittel (z. B. feinſtem Schmirgelpulver oder Wienerkalk mit Stearinöl u. ſ. w.) eingebracht;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) bei Rotationskörpern durch Rotierenlaſſen auf einer Dreh- oder Drückbank (letztere deshalb auch als Drück- und Polierbank bezeichnet), wobei als Poliermittelträger mit der Hand angedrückte Polierleder, Polierfilze, Polierhölzer (Stäbe aus gleichmäßigem weichem [Linden- oder Weiden-] Holz, die auch bisweilen mit Leder, Tuch oder Kork bekleidet werden) und Polierkluppen

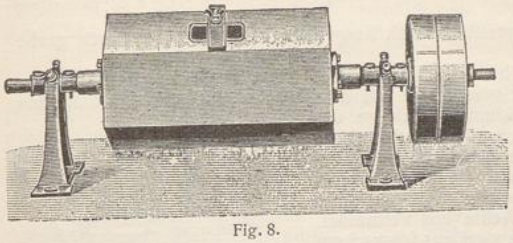


Fig. 8.

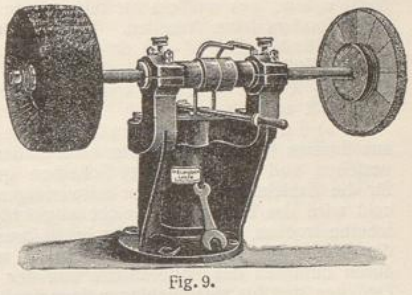
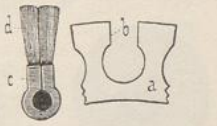


Fig. 9.

(aus zwei konkav ausgeſchnittenen, mit einem Scharnier verſehenen Backen beſtehend, zwiſchen welche das Arbeitsſtück gepreßt wird) dienen;

c) bei unregelmäßig geſtalteten Gegenſtänden läßt man den Poliermittelträger ſich bewegen, der die Form rotierender Scheiben (Polierſcheiben) oder endloſer, über Rollen geführter Leder- oder Baumwollriemen (ſ. Schleifen) beſitzt. Die Polierſcheiben werden auf die Achſen der raſch rotierenden Spindeln der Polierapparate und -maſchinen aufgeſteckt und das Arbeitsſtück gegen die Scheiben angedrückt und fortwährend gewendet. Fig. 9 zeigt eine Poliermaſchine mit zwei, Fig. 10 eine Polierbank mit vier Scheiben; bei letzterer werden die Lagerböcke in der Regel mit Ausladung verſehen, damit man beim Polieren längerer Arbeitsſtücke nicht behindert iſt. Die Poliermaſchinen ſind gegenüber den Schleifmaſchinen für maſſive Schmirgelſchleifräder (ſ. Schleifen) etwas leichter gebaut. Die Spindeln werden in der Regel ſo hoch über dem Fußboden gelagert, daß das Polieren im Sitzen vorgenommen werden kann. An Scheiben finden Verwendung:



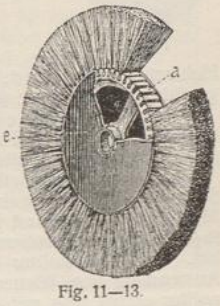


Fig. 11—13.

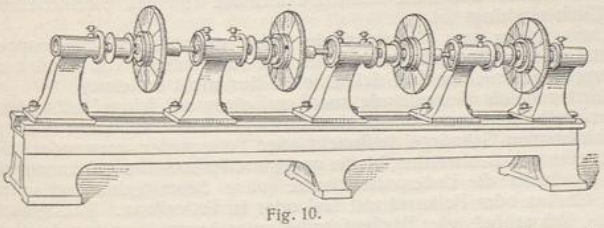


Fig. 10.

α) Bürſtenſcheiben. Zur Herſtellung der Bürſte werden gewöhnlich echte Schweinsborſten oder mexikaniſche Fiber oder auch Miſchungen aus beiden verwendet; ſie werden in Holz- oder in Gußeiſen- bezw. Stahlſcheiben befeſtigt. Eine Befeſtigungsart für letztere iſt in Fig. 11—13 dargeſtellt. Die gußeiſerne Scheibe *a* hat am Umfange Ausſchnitte *b*, in welche die Metallfaſſungen *c* für die Büſchel *d* paſſen. Die eingeſchobenen Büſchel werden durch ſeitliche Scheiben *e* geſichert.



Fig. 17—23.

β) Lederpolierſcheiben. Als Leder zum Polieren eignet ſich nur ſpeziell für Polierzwecke hergeſtelltes Ochſen-, Büffel- oder Walroßleder. Das letztere iſt vorteilhafter, da es durch ſeine Dicke (ca. 7—30 mm) und die hierdurch bedingte große Elaſtizität eine feinere Politur erzeugt und dauerhafter iſt. Kleinere Polierſcheiben (etwa bis 125 mm Durchmeſſer) beſtehen ganz aus Leder; bei den größeren wird das Leder entweder auf eine ſternförmig (Fig. 14) oder kreuzweiſe verleimte Holzſcheibe (in der Regel Pappelholz) aufgeleimt (wobei die Enden der Riemen abgeſchrägt werden, damit ſie ſich gut übereinander legen; das überſtehende Ende darf zum Vermeiden des Aufreißens nicht gegen das Arbeitsſtück laufen) oder die Scheibe wird aus einzelnen Lederſtücken nach Fig. 15 und 16 (Kompreßſcheibe, Wilhelm Hegenſcheidt, Ratibor) gebildet. Der Kranz *a* wird aus hochkantig aneinander gereihten Lederſtücken gebildet, in kräftigen Preſſen auf die gewünſchte Dichtigkeit

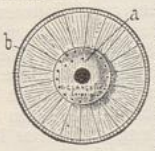


Fig. 14.

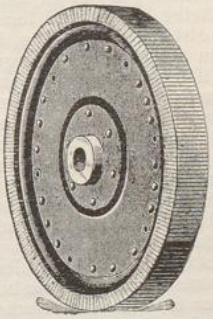


Fig. 15.

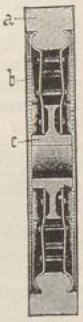


Fig. 16.

gepreßt und von ringförmigen Stahlplatten *b* eingefaßt, die mit der gußeisernen Nabe *c* und untereinander vernietet sind.

γ) Filzscheiben und Filzkegel aus braunem Filz für gröbere Arbeiten wie Eisen, Stahl u. s. w., aus weißem für feinere wie Messing, Nickel, Silber u. s. w., und aus Hasenhaarfilz für besonders feine Arbeiten. Verschiedene Formen von Filzkegeln zum Polieren von Hohlräumen sind in Fig. 17—23 dargestellt. Die Filzscheiben werden in weichem oder imprägniertem hartem Zustand verwendet.

δ) Korkscheiben werden aus gepreßtem Kork hergestellt, zeichnen sich durch große Elastizität aus.

ε) Tuch- oder Schwabbelscheiben (Puffs), Fig. 24. Eine Reihe von Tuchscheiben aus starkem Köpertuch werden aufeinander gelegt und mit dem Wellenloch durch Durchstoßen versehen und zwischen zwei Scheiben geklemmt. Infolge der für die Erzielung der Politur notwendigen hohen Umdrehungszahl wird das Poliermittel leicht abgeschleudert und die Tuchscheibe trocken, so daß sie sehr leicht brennt. Fig. 25—27 zeigt die Konstruktion einer Schwabbelscheibe, welche diese Nachteile durch Zuführen des Poliermittels von der Achse aus vermeidet. Zwischen drei bis vier Tuchlagen kommen je zwei aus schwachem verzinkten Blech bestehende Scheiben *b*, von denen die eine acht Leistchen *c* von etwa 2 mm Stärke trägt, so daß Hohlräume zwischen den Scheiben entstehen; das Ganze wird zwischen den Vorlegescheiben *d d* festgespannt. Aus einem hochstehenden Behälter mit regulierbarem Abfluß wird das Poliermittel in die



Fig. 24.

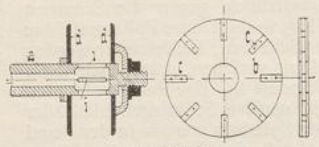


Fig. 25—27.

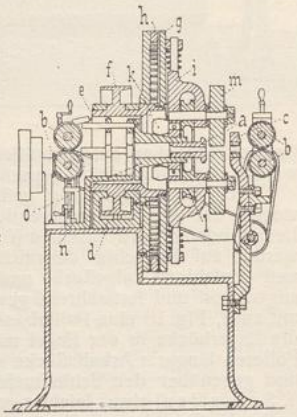


Fig. 28.

Hohlachse *a* eingeführt, von der aus es durch die Schlitze *i* und die von den Blechscheiben gebildeten Hohlräume in das Tuch eindringt [5].

ζ) Papierscheiben, aus Lagen von Zeitungspapier oder ganz dünner Holzpappe, zwischen welche das Poliermittel eingepreßt wird, ohne oder mit Anwendung von Leim hergestellt. (Mit gewöhnlichen Pappdeckelscheiben läßt sich eine Politur nicht erzielen.)

Am zweckmäßigsten poliert man die Gegenstände zuerst auf einer mit feingeschlämmtem Schmirgel belegten Walroßlederscheibe matt vor, indem man die Gegenstände mit einer dünnen Mischung von Oel und feingeschlämmtem Schmirgel bestreicht oder Polierpasten verwendet, die so lange gegen die rotierende Scheibe gehalten werden, bis sie genügend Poliermittel aufgenommen hat. Zur Glanzpolitur dient gleichfalls die Lederpolierscheibe (ohne Schmirgelauftrag) unter Anwendung von Wiener Kalk, Crokus oder Polierrot mit Oel oder in Pastenform. Hochglanzpolitur erzielt man mit der Filz-, Schwabbel- oder Bürstenscheibe unter Anwendung der gleichen Poliermaterialien.

d) Für Arbeitsstücke besonderer Form sind spezielle Verfahren und Maschinen ausgebildet: Zum Polieren von Walzen für Papiermaschinen, Walzendruckmaschinen, Kalander u. s. w. dient eine Maschine mit einem Gestelle, in welchem die zu polierende Walze parallel zur Welle mit der Polierscheibe gelagert ist und wie diese in schnelle Umdrehung versetzt wird, während die Polierscheibe langsam auf ihrer Welle entlang der Walze sich verschiebt [10]. — Zum Polieren großer Blechtafeln aus Eisen, Kupfer, Nickel u. s. w. dient eine Maschine mit langem Gestell und einer in der Mitte darüber gelagerten wagerechten Polierwalze. Unter derselben hindurch wird der Tisch mit der eingespannten Blechtafel geführt [4]. Auch hat man zwei oder drei Poliertrommeln schräg nach abwechselnden Richtungen über dem Tische angeordnet, welche von der Maschine aus beständig axial hin und her verschoben werden. Die Blechplatte kann durch Speisewalzen zugeführt werden [5]. Andre Maschinen haben runde oder ringförmige Tische, die mit den aufgespannten Blechplatten langsam unter der rasch laufenden Polierscheibe oder -trommel hindurch gedreht werden [6]. Maschinen zum Polieren nicht großer Zink-, Kupfer-, Messing-, Neusilberbleche u. s. w. s. [7]. — Ein zum Polieren von Draht, Röhren, runden Metallstäben dienende Maschine ist in Fig. 28 dargestellt. Sie besitzt eine Führungsbüchse *a*, durch welche der zu polierende Draht, Metallstab oder die Röhre mittels Zuführwalzen *b* bewegt wird. Zur besseren Führung ist in der umklappbaren Platte *c* ebenfalls eine auswechselbare Führungsbüchse befestigt. Die Büchse *a* befindet sich in der Scheibe *o*, welche mittels Bolzen in dem festen Bocke *n* längs verschiebbar und einstellbar ist. Im Lager *d* ist die mit Riemscheibe *f* in einem Stück bestehende hohle Spindel *e* drehbar, welche die Planscheibe *g* trägt. An der letzteren gleiten in Führungen zwei sich gegenüberliegende Böcke *i*, deren Laufrollen *k* von Spiralfedern an die konische Nabe der Scheibe *o* angepreßt werden. In den Böcken *i* sind Wellen mit Riemscheiben *l* und Polierscheiben *m* gelagert. Durch Verschiebung der Scheibe *o* lassen sich die Polierscheiben *m* nähern oder entfernen. An andern Stellen der Planscheibe *g* sind Riemscheiben gelagert, deren Wellen durch die Planscheibe hindurchgehen und hinten Getriebe tragen, welche ihrerseits in den festen Zahnkranz *h* eingreifen. Bei der Umdrehung der Spindel *e* wälzen sich die erwähnten Getriebe an dem Zahnkranz *h* und

verſetzen dadurch die Riemſcheiben in ſchnelle Umdrehung. Dieſe treiben durch Riemen und Riemſcheiben *l* die Polierſcheiben *m* um [8]. Bei einer andern Maſchine dreht ſich die röhrenförmige Spindel um eine hohle Achſe herum, welche unverrückbar ſtill ſteht und am vorderen Ende ein Zahnrad trägt. In dasſelbe greift ein kleineres Zahnrad ein, welches an der Planſcheibe angebracht iſt und bei deren Umdrehung die mit ihm ſtarr verbundene Polierſcheibe von großem Durchmeſſer umtreibt [9]. Auch wendet man ſtatt der Polierſcheibe ein endloſes Polierband an, welches über durch Getriebe von einem Innenrade aus in Umdrehung geſetzte Riemſcheiben, Spannrollen und zwiſchen Leitrollen in der Nähe der Spindelachſe hindurch über den zu polierenden Metallſtab oder die Röhre herumläuft [3]. — Ueber das Polieren der Nadeln ſ. Nadelherſtellung, Bd. 6, S. 556.

Literatur: [1] Karmarſch, Handbuch der mechaniſchen Technologie, 6. Aufl., bearbeitet von H. Fiſcher, Leipzig 1891, Bd. 2, S. 390. — [2] Hoyer, E. v., Lehrbuch der vergleichenden mechaniſchen Technologie, 4. Aufl., Wiesbaden 1906, Bd. 1. — [3] Pregél, Fr., Fräſe- und Schleifmaſchinen, Stuttgart 1892, S. 211. — [4] Siddon, Ratgeber in der Kunſt des Schleifens, Polierens und Färbens, 5. Aufl., Weimar 1897. — [5] Werkſtattstechnik 1907, 1. Jahrgang, S. 299. — [6] D.R.-Patentſchriften Kl. 49.

A. Widmaier.

2. **Polieren des Holzes.** Bei Holz müſſen durch geeignete Mittel die Poren verſchloſſen werden, ſo daß man eine ebene, nicht von einzelnen tiefer liegenden Stellen unterbrochene Fläche erhält, der durch Aufreiben alkoholiſcher Schellacklöſung ſpiegelnder Glanz erteilt wird. Dem Polieren des Holzes geht das Schleifen mit Maſchinen (ſ. Schleifen) oder von Hand voraus, das entweder trocken mittels Bimsſtein, Glaspapier oder mittels eines Stückes Bimsſtein unter Zuhilfenahme eines feſten oder flüſſigen Fettes (Talg, Leinöl, Paraffinöl) vorgenommen wird. Letzteres Verfahren liefert zwar ſehr glatte Flächen, hat aber den Uebelſtand, daß das Oel oder Fett unter der Schellackdecke ſich verändert und nach einiger Zeit Unebenheiten und Riſſe in der Politurſchicht hervorruft, was man mit dem Namen „Ausſchwitzen der Politur“ bezeichnet. Um dieſen Uebelſtand zu beſeitigen, hat man zu andern Mitteln gegriffen, die Poren des Holzes auszufüllen, z. B. Leimen mit Leimwaſſer, Behandeln mit Holzfüller (ſ. d.) u. ſ. w. Nach dem Verſchließen der Poren wird mit Politur (Löſung von Schellack in Alkohol, je nach Farbe des Schellacks als helle, dunkle oder weiße Politur bezeichnet) das Polieren begonnen. Auf einen Wattebauſch bringt man wenig Politur, ſchlägt um dieſen einen reinen groben Leinwandlappen, dreht die Enden desſelben zuſammen, daß ſie einen bequemen Handgriff geben, gibt einen Tropfen Leinöl auf die untere Fläche und fährt mit dem Ballen, indem man ihn leicht gegen das Holz andrückt, unter kreisförmigen und geraden Zügen auf dieſer hin, bis ſie überall gleichmäßig bedeckt iſt, wobei die Politur durch den Lappen filtriert wird. Das Oel erleichtert die raſche Bewegung mit dem Polierballen, die Schicht wird aber bei zu viel Oel ſchmierig, klebt und es reißen ſich einzelne Stellen der Politur wieder aus, was unbedingt vermieden werden muß. Der praktiſche Tiſchler unterſcheidet bei der Arbeit zwei Momente: das Grundieren und das Auspolieren; während des Polierens iſt Wärme und ein ſtaubfreies Lokal nötig, und es muß den einzelnen Schichten genügend Zeit zum Trocknen gegeben werden. Grundiert wird ſo lange, bis alle Teile des zu polierenden Gegenſtandes vollkommen gleichmäßig mit Politur gedeckt ſind und einen matten, von Oel herrührenden Glanz zeigen; dann läßt man einige Tage austrocknen und poliert mit ſehr dünner Politur aus. Drechſlerarbeiten werden in ähnlicher Weiſe auf der Drehbank poliert, doch rotiert bei dieſen das Arbeitsſtück, während der Polierballen mit der Hand angehalten wird. Zum Polieren ebener Holzflächen ſind Maſchinen konſtruiert worden, welche die ſchleifenförmigen Bewegungen des Polierballens in der Hand des Arbeiters nachahmen. Fig. 29 zeigt eine doppelte Poliermaſchine der Maſchinenfabrik C. L. P. Fleck Söhne, Berlin-Reinickendorf. Das zu polierende Holz wird auf dem ſelbſttätig ſich hin und her bewegenden Tiſch, deſſen Lauflänge beliebig eingeſtellt werden kann, befeſtigt und der Poliermechanismus ſo weit herabgelaſſen, daß die elaſtiſch befeſtigten Polierballen den nötigen Druck auf das Holz ausüben. Die Polierballen beſtehen aus einem muſchelartig geformten und durchbohrten Holzkörper, deſſen nach unten verengte Bohrung die mit Polierflüſſigkeit getränkte Wolle ſowie die dieſe umgebende Leinwand aufnimmt. Zum Eindrücken der Wolle dient ein durch einen Bajonettverſchluß feſtgehaltener Deckel mit einer zum Nachgießen von Politur bezw. Spiritus dienenden Bohrung. — Gebeizte Hölzer können nur, wenn in der Maſſe

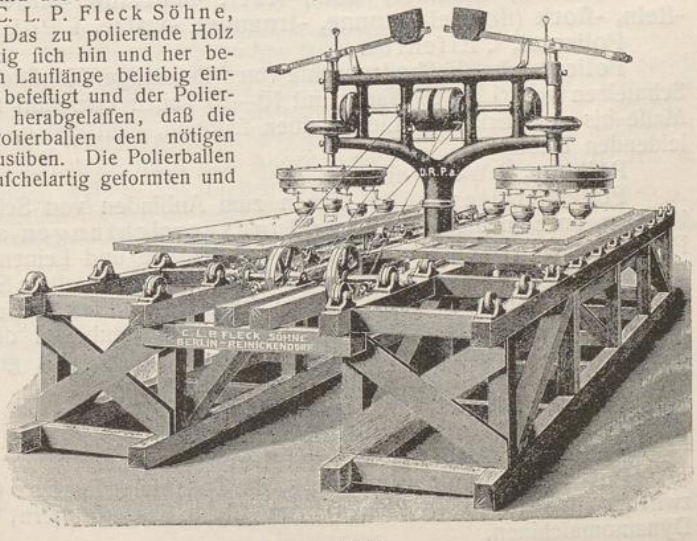


Fig 29.

gefärbt, geſchliffen werden; Waſſerfarbenmalereien auf Holz müſſen erſt eine feſte Schicht mittels Pinſels aufgetragener Politur erhalten, ehe ſie poliert werden können. Das Ausſchwitzen der Politur iſt ein Uebelſtand, der ſich beim Schleifen mit Oel nie beſeitigen läßt, aber nie eintreten wird, wenn man Holzfüller (ſ. d.) verwendet oder die zu polierende Fläche zunächſt mehreremal mittels Pinſels mit Politur überzieht und dann erſt mit Ossa sepia oder feinſtem Glaspapier abſchleift (vgl. a. [2]). Mit Politurlacken (Streichpolituren), d. h. mit alkoholiſchen vollkommen klaren Löſungen verſchiedener Harze, Sandarak, Maſtix, Kopale, meiſtens jedoch Schellack, mit Elemi, Terpentin und geringen Mengen ätheriſchen Oels verſetzt, überzieht man ſolche Teile an Holzgegenſtänden, die ſich, wie Leiſten, Kerbſchnitzereien, Bildhauerarbeiten u. ſ. w., nicht mit dem Polierballen polieren laſſen, oder alte, abgeſtandene polierte Holzobjekte. Die Lacke müſſen ſehr raſch trocknen, ſich leicht auftragen laſſen und guten Glanz geben; ſie dürfen nicht nachkleben, in der Handwärme nicht erweichen und die Glätte längere Zeit beibehalten. Sie kommen als weiße, hellbraune und ſchwarze Politurlacke in den Verkehr.

3. **Polieren der Steine.** Dasſelbe gelingt beſonders ſchön bei dichten und körnigen Steinen. Am beſten poliert Schlämmſchmirgel, dann Tripel, ferner Schwefelblume. Für härtere Geſteine nimmt man Speckſtein, Crokusſtahlglanz und Eiſenoxyd in geglühtem und geſchlämmtem Zuſtande. Dieſe Politurmittel werden unter entſprechendem Waſſerzufluß mittels Bleiplatten, dann mit Filz oder Flanell, zuletzt trocken mit Leder aufgerieben, manchmal auch einige Tropfen Salpeter- oder Schwefelſäure zugeſetzt. Die polierten Flächen können noch gefärbt und geätzt werden; vgl. a. Schleifen, Werkſteinbearbeitung und die unter [1] angeführte Literatur.

4. **Polieren von Elfenbein, Horn, Knochen, Schildpatt.** Elfenbein wird zunächſt mit naſſem Schachtelhalm, fein gemahlenem und geſchlämmtem Bimsſtein mittels Waſſers geſchliffen, indem man mit einem Stück Filz in kreisförmigen Bewegungen über den Gegenſtand fährt; bei nicht glatten Flächen benutzt man, um in die Vertiefungen zu kommen, eine Bürſte. Poliert wird mittels eines Tuchlappens, geſchlämmtem Tripel und Seife trocken oder mittels eines mit Seifenwaſſer befeuchteten Leinwandlappens mit geſchlämmter Kreide oder Wiener Kalk, bei verzierten Gegenſtänden mit Zuhilfenahme einer Bürſte. — Horn läßt ſich am beſten auf der Drehbank mittels lederbezogener Scheiben mit Tripel und Oel ſchleifen und werden die Gegenſtände ſo geglättet, daß ſchon bloßes Abreiben mit der Hand genügt, ſchönen Glanz zu erzielen. Hohen Glanz erreicht man, indem man die Gegenſtände mit ſchwarzer Seife überzieht, mit der Hand Faulerde aufbringt und die mit Seife überzogenen Stellen ſo lange reibt, bis dieſe entfernt und ein ſpiegelnder Glanz entſtanden iſt. — Knochen werden wie Elfenbein behandelt, bei Schildpatt tritt dieſelbe Behandlung wie bei Horn ein; vgl. a. [3].

5. **Polieren von Glas,** ſ. Schleifen.

Literatur: [1] Handbuch der Arch., 1. Teil, Bd. 2, 1. Hälfte, S. 94; Hauenſchild, H., Unterſuchungen von Schleifſteinen etc.: Mitteilungen des Technolog. Gewerbemuſeums zu Wien, 1880, Nr. 1, 2 und 3; Weber, M., Das Schleifen, Polieren, Färben etc. des Marmors, Weimar 1864; Derſ., Deutſche Induſtrieztg. 1870, S. 496; Fioraventis Methode der Polychromierung, Wiecks Illuſtr. Gewerbeztg. 1875, S. 7. — [2] Andés, Techn. Vollendungsarbeiten der Holzinduſtrie, 4. Aufl., Wien 1903; Haubold, Färben und Imitieren des Holzes, Berlin 1887; Schmidt, Schleifen, Beizen und Polieren, 6. Aufl., Weimar 1878. — [3] Andés, Verarbeitung des Horns, Elfenbeins, Schildpatts etc., Wien 1885; Haubold, Färben und Imitieren des Holzes, der Knochen und des Elfenbeins, Berlin 1887; Kühn, Handbuch für Kammacher, Weimar 1878; Martin und Spitzbarth, Die Kunſt des Drechſlers, Weimar 1879; Kreuzburg, Lackierkunſt, 11. Aufl. 1903. *Andés.*

Polierfaß, -hammer, -holz, -leder, -maſchine, -mittel, -ſcheibe, -ſtahl, -ſtein, -ſtock (ſtöckel), **-tonne, -trommel, -walze,** ſ. Polieren.

Polierrot, ſ. Eiſenrot.

Polierwachs, Fußbodenwichſe von ſalbenartiger Konſiſtenz, erhalten durch Schmelzen von 5 Teilen Wachs mit 10—15 Teilen Terpentin und Umrühren der Maſſe bis zum Erkalten. Liefert einen ſchönen, glänzenden, durch Waſſer nicht leidenden Ueberzug. *Andés.*

Polkette, ſ. Weberei.

Poller (Haltepfähle) dienen zum Anbinden von Schiffen auf Flüſſen, Kanälen, an Schleuſen. S. a. Landungsvorrichtungen an Flüſſen. — Die Poller auf Schiffen, zum Belegen von Troſſen und Leinen, werden meiſt als Doppelpoller aus Gußeiſen oder geſchweißtem und gebörteltem Stahlblech gefertigt.

Pollmehl (Blaumehl), das bei der erſten und letzten Schrotung gezogene dunkle Mehl, das im erſteren Falle durch die Stäubchen der Fruchthaut, im letzteren durch zerriebene Schalenteile eine bläuliche bis grauſchwarze Farbe erhält und daher den guten Mehlen ferngehalten wird. *Arndt.*

Polloſer Magnet, ſ. Magnetismus.

Pollſtichel (Boltſtichel), ſ. Grabſtichel.

Polniſcher Verband, ſ. Gotiſcher Verband.

Pol- oder Klemmenſpannung, die Spannungsdifferenz (Potentialdifferenz) zwiſchen den Polen (Klemmen) von Elektrizitätserzeugern, z. B. Elementen, Dynamomaſchinen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Beziehungen der Klemmenſpannung zur elektromotoriſchen Kraft (ſ. Galvanismus) ergeben ſich aus folgender Betrachtung. Fließt ein Strom durch einen Leiter, ſo geht hierbei Spannung verloren, und dieſer Spannungsverluſt (Volt) iſt gleich dem Produkte aus der Stromſtärke (Ampère) und dem Widerſtande des betreffenden Leiters (Ohm). Die Spannung an den Klemmen eines Elektrizitätserzeugers kann daher während der Stromlieferung nicht gleich ſeiner elektromotoriſchen Kraft ſein, da der Strom, bevor er an die Pole gelangte, den inneren Widerſtand überwinden mußte, wodurch ein Spannungsverluſt entſtand. Die Spannung an den Polen, die ſogenannte Klemmenſpannung, iſt ſomit bei einem ſtromgebenden Element oder einer Dynamo kleiner als die elektromotoriſche Kraft, und zwar kleiner um den Spannungsverluſt im Innern (Produkt aus der Stromſtärke und innerem Widerſtand). Iſt z. B. die elektromotoriſche Kraft einer Dynamomaſchine $= E$, ihr innerer Widerſtand $= w$, die Klemmenſpannung $= e$, die Stromſtärke $= i$, ſo iſt $e = E - iw$.

Literatur: Heinke und Ebert, Handbuch der Elektrotechnik, Leipzig 1902; Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1908. *Holzt.*

Polonceaudachſtuhl (Polonceauträger), graphiſche Berechnung.

Die Stabkräfte für lotrechte Belaſtung, alſo für Eigengewicht und Schneelaſt, findet man am einfachſten mittels eines Cremonaſchen Kräfteplans (ſ. d.). Fig. 1 zeigt den Kräfteplan für einen einfachen, Fig. 3 für einen doppelten oder Wiegmannſchen Dachſtuhl; bei beiden kann man ſich der Symmetrie wegen auf die Hälfte beſchränken. Die Bezeichnung der Kräfte bedarf keiner Erläuterung; nur beim doppelten Dachſtuhl iſt zu bemerken, daß die Kräfte in den Stäben 1, 3, 5 und 5, 7, 8 je durch die Nummern der Stabenden begrenzt ſind. Auf Druck beanſpruchte Stäbe ſind im Dachſtuhlgerippe durch Doppelſtriche hervorgehoben. Fig. 2 zeigt, wie der Einfluß des Windes für den einfachen Polonceauträger gefunden wird. Angenommen, der Träger beſitze rechts ein Rollenlager, ſo zerlegt man die Mittelkraft R der drei Winddrücke in zwei Seitenkräfte, von denen die eine, B, lotrecht durch das rechte Auflager, die andre, A, durch das linke Auflager geht, und zeichnet hierauf wieder einen Kräfteplan, diesmal jedoch für den ganzen Träger. In ähnlicher Weiſe iſt auch der Einfluß des Winddrucks von der Seite des beweglichen Auflagers zu berückſichtigen. Vgl. a. Dachſtuhl (eiſerner), Bd. 2, S. 526.

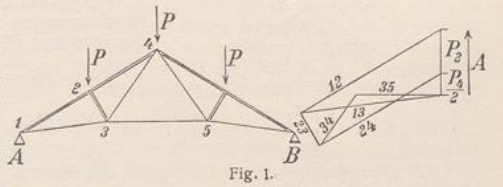


Fig. 1.

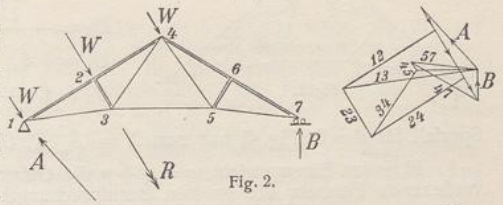


Fig. 2.

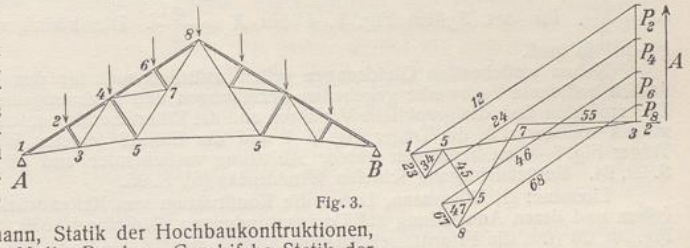


Fig. 3.

Literatur: Wittmann, Statik der Hochbaukonſtruktionen, 3. Teil, München 1884; Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Stuttgart 1905; Ritter, W., Anwendung der graphiſchen Statik, 2. Teil, Zürich 1890; Lauenſtein, Die graphiſche Statik, Stuttgart 1898; verſchiedene andre Werke über graphiſche Statik; Förſter, Eiſenkonſtruktionen der Ingenieurhochbauten, Leipzig 1906. *Mörſch.*

Polonceauträger oder richtiger Wiegmannträger [1], [7] heißen in erſter Linie Balkenfachwerke nach den Anordnungen Fig. 1—4, denen ſich je nach Umſtänden noch weitere anſchließen laſſen (Fig. 5—7).

Als das Schweißeiſen bei Trägern mehr und mehr Eingang fand, ergab ſich u. a. das Bedürfnis nach entſprechender Ausgeſtaltung von Dachbindern (vgl. z. B. Emy, Traité de l'art de la charpenterie, II, Paris 1841, S. 278). Unter andern Anordnungen wurden die Fig. 1 und 3 von Wiegmann [1] und kurz darauf Fig. 1 auch von Polonceau [2] vorgeſchlagen. Dieſe Träger fanden raſch Eingang und werden auch gegenwärtig ſehr häufig verwendet [8]. In ſtatiſcher Beziehung hat der Wiegmannträger mit dem Dreieckträger (ſ. d.) gemein, daß bei beliebigen Belaſtungen

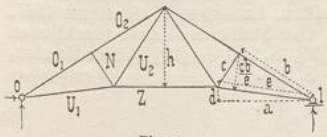


Fig. 1.

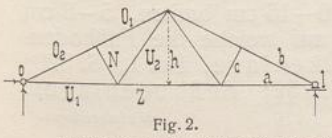


Fig. 2.

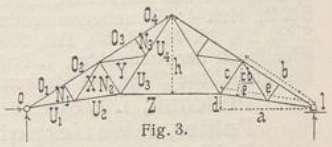


Fig. 3.

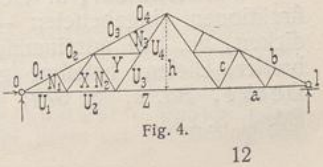


Fig. 4.

jeder Stab entweder nur Zug oder nur Druck erhält. Die größten und kleinſten Beanſpruchungen aller Stäbe treten bei möglichſt ſtarker und möglichſt ſchwacher Belaſtung des ganzen Trägers ein (Vollbelaſtung und Eigengewicht allein).

Im folgenden ſei l die Spannweite, K die Belaſtung jedes der oberen Knotenpunkte mit Ausnahme der beliebig belaſteten bei den Auflagern (welche weniger ſtark belaſtet zu ſein pflegen). Die unteren Knotenpunkte werden als unbelaſtet angenommen. Der Symmetrie halber iſt nur eine Trägerhälfte zu berechnen.

Syſtem Fig. 1, 2. Bei den angedeuteten Bezeichnungen der Längen und Stabkräfte hat man die Werte der letzteren ([6], S. 92):

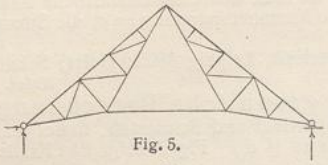


Fig. 5.

$$N=-\frac{l}{4b}K, \qquad Z=\frac{l}{2h}K,$$

$$O_1=-\frac{3a}{2c}K, \qquad O_2=-\frac{l+2a}{4c}K,$$

$$U_1=\frac{3el}{8cb}K, \qquad U_2=\left(1+\frac{2d}{h}\right)\frac{el}{8cb}K.$$

Speziell für den Fall $d=0$ (Fig. 2) folgen hieraus

$$U_1=\tfrac{3}{2}Z,\ U_2=\tfrac{1}{2}Z.$$

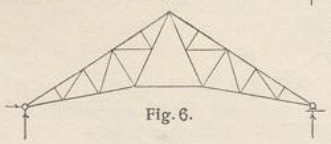


Fig. 6.

Syſtem Fig. 3, 4. Mit den in Fig. 3 angedeuteten Bezeichnungen der Längen und Stabkräfte ſind die Werte der letzteren ([6], S. 93):

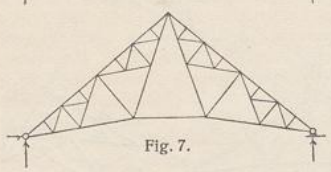


Fig. 7.

$$N_1=N_3=-\frac{l}{4b}K, \qquad N_2=2N_1,$$

$$X=Y=\frac{el}{8cb}K, \qquad Z=\frac{l}{h}K,$$

$$O_1=-\frac{7a}{2c}K, \qquad O_2=-\frac{l+10a}{4c}K,$$

$$O_3=-\frac{l+3a}{2c}K, \qquad O_4=-\frac{3l+2a}{4c}K,$$

$$U_1=7X, \qquad U_2=6X,$$

$$U_3=\left(1+\frac{2d}{h}\right)2X, \qquad U_4=\left(3+\frac{4d}{h}\right)X.$$

Speziell für $d=0$ (Fig. 4) hat man $X=\frac{l}{8h}K$, $U_3=2X$, $U_4=3X$.

Iſt g das Eigengewicht, $q=g+p$ die Geſamtlaſt pro Längeneinheit Träger, dann liefern vorſtehende Formeln die größten Beanſpruchungen der Stäbe für das Syſtem Fig. 1, 2 mit $K=\frac{ql}{4}$, für das Syſtem Fig. 3, 4 mit $K=\frac{ql}{8}$. Die kleinſten Beanſpruchungen ſind g/q-mal ſo groß.

Neben vorſtehenden Gleichungen gelten natürlich auch für den Wiegmannträger die für ſtatiſch beſtimmte Fachwerke gegebenen Beziehungen und Rechnungsmethoden (Bd. 3, S. 548). Zu empfehlen ſind das graphiſche Verfahren und die Ritterſche Momentenmethode, Bd. 3, S. 549, mittels welcher z. B. die Träger Fig. 5—7 und der Einfluß ſchiefen Winddrucks auch für die Träger Fig. 1—4 zu berechnen wären. Ableitung vorſtehender und allgemeinerer Formeln [6], S. 92, 94. Berückſichtigung ſchiefen Winddrucks [6], S. 96.

Literatur: [1] Wiegmann, Ueber die Konſtruktion von Kettenbrücken nach dem Dreiecksſyſtem und deren Anwendung auf Dachverbindungen, Düſſeldorf 1839, S. 27, 29, und Tafel II, Fig. 23, 28 (ſ. a. die Prioritätsreklamation Allgem. Bauztg. 1842, S. 267). — [2] Polonceau, Sur un nouveau système de charpente en bois et en fer, Revue générale de l'architecture et des travaux publics, I, Paris 1840, S. 27 (überſetzt Allgem. Bauztg. 1840, S. 273, ſ. a. 1851, S. 354). — [3] Schmidt, Ueber die Inanſpruchnahme der die beiden Dachbinderhälften eines franzöſiſchen Dachſtuhles verbindenden Horizontalſtangen bei Nichtaufhängung durch eine vertikale, im Firſt befeſtigte Hängeſtange, Civilingenieur 1874, S. 215. — [4] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1879, S. 362 (deutſche Ausgabe von Hauff, Wien 1886, S. 364). — [5] Collignon, Cours de mécanique, appliqué aux constructions, I, Paris 1885, S. 266, 802. — [6] Weyrauch, Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 91—100. — [7] Lang, Zur Entwicklungsgeſchichte der Spannwerke des Bauweſens, Riga 1890, S. 53, 56, 118. — [8] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 4: Raumbegrenzende Konſtruktionen (von Schmitt u. Landsberg), Stuttgart 1897, S. 20, 23, 26, 76, 78, 80, 110, 203, 205, 292. — [9] Landsberg, Die Statik der Baukonſtruktionen (Handbuch der Architektur, 1. Teil, Bd. 1, Heft 2), Stuttgart 1899, S. 230. — [10] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I, Leipzig 1901, S. 227. *Weyrauch.*

Polſchuß, ſ. Weberei.

Polſter, ſ. Waſſerpolſter.

Polſterhölzer, in Oeſterreich, die in das Füllmaterial der Deckenkonſtruktionen eingebetteten — meiſt waldkantigen, 10—15 cm breiten, 5—8 cm dicken, ca. 1 m auseinander liegenden Hölzer —, auf welche die Fußbodenbretter, Dielen, befeſtigt (genagelt) werden. S. Balkenlage, Bd. 1, S. 529; Decke, Bd. 2, S. 679; Dielungen, Bd. 2, S. 752; Fußbodenlager, Bd. 4, S. 223. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Polſtermaterialien dienen zum Ausfüllen von Kiſſen, Polſtern, Matratzen, zum Verpacken zerbrechlicher Gegenſtände, zum Ausſtopfen, Kalfatern u. ſ. w. Das Tierreich liefert hauptſächlich Haare und Federn, das Pflanzenreich Faſernprodukte.

Roßhaare, die dauerhafteſte und wohl auch koſtſpieligſte Ware dieſer Gattung ſind die Mähnen- und Schweifhaare des Pferdes, deren beſte Qualitäten aus Irland, Holland und Oſtpreußen, deren geringere aus Rußland und Ungarn kommen. Roßhaar wird teils roh verkauft, teils ausgefotten als ſogenanntes Krullhaar, das weicher, elaſtiſcher und ſtark gekräuſelt iſt; in Zöpfen geflochten heißt es „geſponnen“. Die langhaarigen Sorten dienen zur Herſtellung von Siebböden, Seilerwaren (z. B. für Papierfabriken), Geweben, zu bauſchenden Unterfuttern, zu Knöpfen, Bürſten und zu Pinſeln, Fiſchereigeräten, zum Aufputz von Militärhüten; das längſte weiße Schweifhaar zum Beſpannen der Violinbögen. Die geringeren kurzhaarigen Sorten ſind die eigentlichen Polſtermaterialien für Möbel, Sättel, Kiſſen, Matratzen, zu Haardecken, Preßtüchern, Haarfohlen u. ſ. w. Das Roßhaar iſt ſehr verſchieden lang, vollkommen glatt, beſitzt einen ſehr gleichmäßigen Verlauf, eine von 100 bis zu 400 μ wechſelnde Dicke, ſchmale blättchenartige Markzellen und eng aneinander ſchließende Epidermiszellen, die eine unregelmäßig gezähnelte Querſtreifung bilden [1], [2]. Sein hoher Wert beruht auf der großen Elaſtizität und Dauerhaftigkeit. Das durch längeren Gebrauch (Druck, Feuchtigkeit) veränderte Roßhaar erhält ſeine Elaſtizität wieder, wenn man es auskocht und auf Stäbe aufwickelt, bis es trocken geworden. Aufzupfen und Dämpfen verbeſſert das Material weſentlich. Die Deckhaare des Pferdes ſind nur ausnahmsweiſe als ein billiges Polſtermaterial im Gebrauch. Als Surrogat bezw. als Fälſchungsmittel ſollen Schweinsborſten in Anwendung kommen, was ſich mit dem Mikroſkop leicht feſtſtellen läßt.

Ein ſtofflich naheſtehendes Surrogat ſind die Fiſchbeinhaare, Whale bonehairs, faſerige Abfälle des ſchwarzen Fiſchbeines (der Franſenbeſatz der Walfiſchbarten), dem Roßhaare einigermaßen ähnlich, gleich dieſem dauerhaft, ca. 2 dm lang, aber ſehr ungleichmäßig im Verlauf (ſ. Fiſchbein, Bd. 4, S. 41).

Ein wichtiges Polſtermaterial liefert das Vogelkleid verſchiedener Vögel, das ſich aus den Deck- oder Konturfedern und den Flaumfedern oder Dunen zuſammenſetzt. Eiderdaunen oder -dunen, die Flaumfedern der Eiderente, ſind die feinſten und teuerſten Bettfedern; als ſolche dienen ferner die Flaumfedern der Gänſe, Enten und Hühner ſowie die geſchliſſenen Deckfedern dieſer Tiere; als Sommergut wird die Ware von lebenden Tieren bezeichnet, tote geben das Wintergut. Im Handel gehen ſie auch als Rupf- und Schleißfedern.

Echtes Seegras beſteht aus den getrockneten Blättern mehrerer zu den Potamogetonaceen gehörigen Meerespflanzen, vornehmlich der Zostéra marina *L.*, dann Zostéra nana *Rot* ſowie Posidonia oceanica *Del.* Die Blätter von Zostéra marina ſind bis über 1 m lang, 3—9 mm breit, 3—7nervig, ſchmal- bis breitlineal, an der Spitze abgerundet. Zostéra nana hat nur 40 cm lange, dreinervige, an der Spitze ausgerandete Blätter; Posidonia 50 cm lange, 7 mm breite, vielnervige Blätter. Die Blätter werden bei ſtürmiſchem Wetter oft in großen Mengen ausgeworfen und bilden am Strande dichte Polſter oder Wälle. Bei Posidonia drehen ſich bei Wellenbewegung um die Wurzelſtöcke die Blattreſte zu Faſerballen zuſammen, die als Aegagropili oder Pilae marinae, Meerbälle, früher eine ausgedehnte mediziniſche Verwendung fanden. Im Norden iſt die Seegrasgewinnung beſonders in den Niederlanden entwickelt, wo von den „Wiermaaiers“ (Seegrasmähern) jährlich faſt 1 000 000 kg geſammelt werden. In Venedig dient das Seegras zum Verpacken der Glaswaren; in Schleswig-Holſtein und in Nordafrika bildet es auch ein Dachdeckmaterial. Als Polſtermaterial iſt es wegen ſeiner Dauerhaftigkeit und wegen des Fernhaltens von Ungeziefer geſchätzt [3].

Als (unechtes und weit billigeres) Seegras ſind gegenwärtig die oberirdiſchen Teile des zittergrasartigen Riedgraſes oder Waldhaares (Carex brizoides *L.*) ſehr ſtark im Gebrauch. Die Pflanze lebt geſellig an ſchattigen feuchten Waldſtellen und beſitzt 0,3—0,6 m lange, ſchmallineale, ſchlaffe, grasgrüne Blätter und lange, gekrümmte, blaßgelbe Aehrchen. Die Pflanzen werden gut getrocknet und zu dicken Schnüren gedreht; am meiſten davon liefert Oberöſterreich.

Pflanzendunen, Bombaxwolle, Ceibawolle, Edrédon végétale, Kapok (Sundainſeln), Paina limpa (Braſilien), patte de lièvre (Haſenfuß), Ouatte végétale ſind die Fruchthaare verſchiedener Bombaceen, wie Bombax malabaricum *DC*, B. ceiba, Eriodendron anfractuosum *DC*, Ochroma lagopus *Sw.* u. ſ. w., die als ein Erſatz der Federn und der Baumwollwatte Verwendung finden. Sie ſind einzellige koniſche, verholzte, an der Baſis meiſt netzförmig verdickte Haare mit ſehr geringer Feſtigkeit und Dauerhaftigkeit [4]. Im deutſchen Handel heißen ſie Kapok und finden neueſtens als Packmittel, als Watte u. dergl. ausgedehnte Verwendung. Eine Art Pflanzendunen, aber aus mehrzelligen Haaren gebildet, ſind die goldbraunen, höchſt feinen und weichen Spreuhaare exotiſcher Farne, die als Penghawar Djambi (oder Pennawar Djambi von Cibotium Barometz *Kz.*, Cibotium glaucescens, auf Sumatra), als Pulu von Cibotium glaucum auf den Sandwichsinſeln und als Pakoe Kidang von Alsophila lurida, Chnoophora, Balantium auf Java in den Handel kommen; auf Sumatra und Java werden ſie ſeit alter Zeit als blutſtillende Mittel benutzt und als ſolche auch bei uns eingeführt. Pulu dient insbeſondere als Polſtermaterial und kommt hauptſächlich in Nordamerika zur Verwendung [5].

Pflanzenſeiden ſind die Samenhaare verſchiedener Apocynaceen und Asclepiadaceen, die ſich zwar durch ſchönen Glanz und Feinheit auszeichnen, aber wegen der hohen Sprödigkeit und geringen Dauerhaftigkeit auch als Polſtermaterialien keinen ſonderlichen Nutzen gewähren. Hierher gehört die vegetabiliſche Seide von Asclepias Cornuti *Des.*, von Calotropis gigantea *R. Br.* [6]. — Ebenſowenig empfiehlt ſich als Polſtermaterial die Pappelwolle, die Haarſchöpfe der Samen unſrer Pappelbäume [7]. — Als Verpackungsmaterial ſowie zur Beimiſchung von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Filzen dient hier und da die Rohrkolbenwolle, welche von Typha angustifolia *L.* und T. latifolia *L.* herrührt. Die ſchmalellipſoidiſchen, über 1 mm langen Früchte beſitzen einen 1 cm langen Stiel, welcher weiße, weiche, ſehr zarte, in quirlige Gruppen verteilte, etwa 5 mm lange Haare trägt. Dieſe Früchtchen mit den behaarten Stielen bilden die Handelsware [8].

Gröbere Polſtermaterialien liefern die Palmenfafern, die größtenteils von den Blättern der Palmen ſtammen und wegen ihrer großen Zähigkeit und Haltbarkeit ſowie wegen des reichlichen Vorkommens billige und leicht beſchaffbare Waren ſind. Außer zu Polſtermaterialien dienen ſie zu Bürſten, Beſen, Bindematerial, Geflechten, Tauen. Hierher gehört auch Crin végétal oder Crin d'Afrique, von der Zwergpalme, Chamaerops humilis *L.*; dieſe wird am häufigſten in Algier und Tunis auf den Faſerſtoff ausgebeutet. Die Blätter werden geſchnitten, zerteilt und gehechelt. Bei uns iſt „Afrique“ neben Seegras und Eſparto das billigſte Polſtermaterial. Andre Palmenfafern ſ. [9].

Als vegetabiliſches Roßhaar oder Baumhaar, Caragate, kommen auch die grauen, braunen oder ſchwärzlichen Faſerſtränge der herabhängenden Zweige von Tillandsia usneoides (einer ſüdamerikaniſchen Bromeliacee) in den Handel. Sie haben einige Aehnlichkeit mit dem Roßhaar, laſſen ſich aber mit der Lupe leicht an den Anſatzſtellen der Aeſtchen erkennen.

Die halmartigen ſchmalen Blätter zweier Gräſer, Stipa tenacissima *L.* und Ligaeum spartum *L.*, die in Spanien und Nordafrika vorkommen, liefern den ſogenannten Eſparto, der als Flecht- und Stopfmaterial ſowie als der ausziehbare „Strohhalm“ der Virginiazigarre Verwendung findet. Die daraus dargeſtellte Faſer heißt Alfa- oder Halfafaſer.

Als Polſtermaterial wird auch das Werg, Hede oder Tors gebraucht. Darunter verſteht man bekanntlich den durch das Hecheln des Flachſes und Hanfes ausgeſchiedenen Abfall, der aus kurzen, verworrenen und verknäuelten Faſern und zahlreichen andern Gewebsbeſtandteilen der Stammpflanzen ſich zuſammenſetzt. Das viel wertvollere Flachswerg wird heute größtenteils zu Werg- oder Towgarn verarbeitet [10].

Holzwolle, zerfaſertes Holz, bildet als Packmaterial lange, weiche und dünne, durch Hobeln hergeſtellte bandartige Faſern oder eine wollige Maſſe, die als Stopfmaterial und in der Tapetenfabrikation, um den Samt nachzuahmen, verwendet wird. Auch in der Verbandſtofftechnik hat die Holzwolle (z. B. als Sublimatwolle) Beachtung gefunden. S. a. Holzwolle.

Torffafer, das von moorigen Beſtandteilen befreite Faſermaterial des Torfes, in gröberen Sorten zum Einpacken von Nahrungsmitteln, deren Konſervierung dadurch unterſtützt werden ſoll. Zu den gröbſten Polſtermaterialien gehören das Stroh (Weizen-, Roggen-, Gerſte-, Haferſtroh) und die Maisliefchen, auch als Packmaterial viel verwendet. Lokale Bedeutung hat das Waldmoos, die getrockneten Raſen verſchiedener Hypnum-, Hylocomium- u. ſ. w. Arten.

Waldwolle, im Jahre 1840 in Ziegenhals zuerſt dargeſtellt, beſteht aus den in den Kiefernadeln enthaltenen Faſern. Das wollartige bräunliche Produkt dient als Polſtermaterial für Bettdecken und für Fußteppiche und wird auch mit Baum- oder Schafwolle gemiſcht zu Garn verſponnen; auch als Vorgeſpinſt, die ſogenannte Waldwollwatte, kommt ſie mit Waldwollöl parfümiert in den Handel. Sie ſoll ſich gegen rheumatiſche und gichtiſche Leiden als heilſam erweiſen [11]. Was in Badekurorten als Waldwolle verkauft wird, iſt braungefärbte, mit Terpentinöl parfümierte Baumwolle.

Literatur: [1] Goeldener, Pharm. Ztg. 1889, Nr. 95. — [2] Hanauſek, T. F., Realencyklop. d. geſ. Pharm., 2. Aufl., Wien 1908, Bd. 10, S. 697. — [3] Aſcherſon-Graebner, Synopſis der mitteleurop. Flora, Leipzig 1897, Bd. 1, S. 298. — [4] Hanauſek, T. F., Lehrb. d. techn. Mikroſkopie, Stuttgart 1901, S. 63. — [5] Vogl, A., Kommentar u. ſ. w., Wien 1892, S. 413. — [6] Hanauſek, T. F., Lehrb. d. techn. Mikroſkopie, S. 69. — [7] Derſ., Realencyklop. d. geſ. Pharm., Bd. 10, S. 31. — [8] Derſ., ebend., Bd. 10, S. 681. — [9] Derſ., ebend., Bd. 9, S. 709. — [10] Derſ., Lehrb. d. techn. Mikroſkopie, S. 71. — [11] Derſ., ebend., Bd. 10, S. 350. — Die mikroſkopiſchen Verhältniſſe ausführlich in v. Höhnel, Die Mikroſkopie der techniſch verwendeten Faſerſtoffe, 2. Aufl., Wien 1905, und Wiesner, Rohſtoffe, Bd. 2, Leipzig 1903. *T. F. Hanauſek.*

Polterbank, Vorrichtung zum Reinigen des Eiſendrahtes von der anhaftenden Glühſpanſchicht (ſ. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 23).

Polwechſel, ſ. Wechſelſtrom.

Polweite, auch Polabſtand, Poldiſtanz, nennt man in der graphiſchen Statik, ſpeziell bei der Zuſammenſetzung paralleler Kräfte, die Entfernung des Poles eines Kräftepolygons (ſ. d.) von der Linie, auf der die Kräfte aufgetragen werden. (Vgl. Parallelkräfte.)

Die Polweite ſtellt urſprünglich eine Kraft dar, und zwar die wagerechte Seitenkraft der in den Seiten des Seilpolygons wirkenden Kräfte. Zuweilen wird ſie aber auch als Linie aufgefaßt und aufgetragen, z. B. beim Zeichnen von Biegungslinien. *Mörſch.*

Polybaſit (Eugenglanz), Mineral, Schwefelverbindung von Silber, Kupfer, Antimon und Arſen.

Polychromie (Vielfarbigkeit), vielfarbige Bemalung der baulichen und plaſtiſchen Kunſtwerke ſowohl im Altertum als im Mittelalter, im Gegenſatz zur Einfarbigkeit (ſ. Monochromie), wie ſie ſeit den Zeiten der Hochrenaiſſance in Uebung kam.

Die Beweiſe für die Bemalung wurden in der letzten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch Architekten und Forſcher wie Hittorff [1], Semper [2] und Violett-le-Duc [3] überzeugend erbracht. Sie betrafen nicht die Bemalung der Holzbildwerke der mittelalterlichen Kunſt an Altären u. ſ. w., was allgemein bekannt war, ſondern vielmehr die durchgehende Aus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

malung der Bauwerke im Innern wie auch die Bemalung des Aeußern, und zwar ſowohl an den Bauten des Mittelalters wie beſonders an den Werken der höchſten Blüte antiker Kunſt. Wie an den frühen ägyptiſchen Denkmälern wurde auch an den Bauten und Bildhauerarbeiten der Hellenen und Römer die vollendetſte Bemalung aufgedeckt und nachgewieſen. — Der Widerſtand, den dieſe Kunſtanſchauung bei den Widerſtrebenden fand, hatte ſeine Begründung in der vollſtändigen Entwöhnung des kunſtgebildeten Auges von der Farbigkeit der Gebäude und Statuen, die ſeit den Anfängen der Renaiſſance, wo allerdings noch reiche Hausbemalung in Uebung war, durch die Stilrichtungen des Barock, Rokoko u. ſ. w. vollkommen beſeitigt wurde.

Literatur: [1] Hittorf, L'architecture polychrome chez les Grecs, Paris 1851; Hittorf und Zanth, Architecture antique de la Sicile, Paris 1870. — [2] Semper, G., Der Stil in den techniſchen und tektoniſchen Künſten, München 1860/63; Derſ., Kleine Schriften, Berlin 1884. — [3] Viollet-le-Duc, Peintures murales des Chapelles de Notre Dame de Paris, Paris 1876. — [4] Magnus, Die Polychromie vom künſtleriſchen Standpunkt, Leipzig 1872. *Weinbrenner.*

Polyeder (Vielflach), ein von ebenen Flächen (Polygonen) begrenzter Körper. Je zwei Flächen ſtoßen in einer Kante, je drei oder mehr Kanten (und Flächen) in einer Ecke zuſammen; ſie bilden in den letzteren Vielkante.

Um ein Modell des Polyeders herzuſtellen, muß man ſich dasſelbe zunächſt nach gewiſſen Kanten aufgeſchnitten und ſämtliche Flächen in die Ebene ausgebreitet denken (Netz des Polyeders). Zwei Polyeder heißen entſprechend gleich, wenn alle ihre homologen Flächen, Kanten, Vielkante und Winkel in beiden einander gleich ſind. Können ſie außerdem noch zur Deckung gebracht werden, ſo heißen ſie kongruent, andernfalls ſymmetriſch. Sind in zwei Polyedern die homologen Winkel gleich, die Kanten und Flächen proportional, ſo heißen ſie ähnlich, und zwar in gleichem oder in entgegengeſetztem Sinn, je nachdem homologe Vielkante in beiden kongruent oder ſymmetriſch ſind. — Ein Polyeder heißt ein gewöhnliches, wenn ſämtliche Ecken durch einen ſich ſelbſt nicht ſchneidenden Kantenzug verbunden werden können, ohne daß eine Ecke zweimal berührt wird, und wenn ferner, nach Aufſchneidung des Polyeders längs dieſes Kantenzugs, die Fläche ohne Aufſchneidung weiterer Kanten in die Ebene ausgebreitet werden kann. Iſt E die Zahl der Ecken, K diejenige der Kanten, F diejenige der Flächen eines gewöhnlichen Polyeders, ſo iſt $E+F=K+2$ (die Eulerſche Formel). Ferner iſt die Zahl der Polygonwinkel $W=2K$ und die Summe aller Polygonwinkel $4(E-2)$ Rechte. Eulerſche Polyeder heißen diejenigen außergewöhnlichen Polyeder, für welche die Eulerſche Formel ebenfalls gilt.

A. **Reguläre Polyeder** heißen ſolche, deren ſämtliche Flächen kongruente reguläre Polygone ſind. Dabei ſind alle Kanten und Winkel gleich und in allen Ecken befinden ſich kongruente Vielkante. In jedes reguläre Polyeder laſſen ſich eine Kugel vom Radius R um- und eine konzentriſche vom Radius r einbeſchreiben; eine dritte konzentriſche Kugel vom Radius ϱ berührt die Kanten. Iſt ferner a die Kantenlänge, O die Oberfläche, J der Inhalt, ſo ſind die fünf regulären Polyeder (pythagoräiſche oder platoniſche Körper): a) Das Tetraeder mit 4 dreikantigen Ecken, 6 Kanten und 4 dreieckigen Flächen. Es iſt

$$R=\frac{a}{4}\sqrt{6};\quad r=\frac{a}{2\sqrt{6}};\quad \varrho=\frac{a}{2\sqrt{2}};\quad O=a^2\sqrt{3};\quad J=\frac{a^3}{12}\sqrt{2}.$$

b) Das Hexaeder (Würfel) mit 8 dreikantigen Ecken, 12 Kanten und 6 viereckigen Flächen. Es iſt $R=\frac{a}{2}\sqrt{3};\ r=\frac{a}{2};\ \varrho=\frac{a}{\sqrt{2}};\ O=6a^2;\ J=a^3$. c) Das Oktaeder mit 6 vierkantigen Ecken, 12 Kanten und 8 dreieckigen Flächen. Es iſt

$$R=\frac{a}{\sqrt{2}};\ r=\frac{a}{\sqrt{6}};\ \varrho=\frac{a}{2};\ O=2a^2\sqrt{3};\ J=\frac{a^3}{3}\sqrt{2}.$$

Hexaeder und Oktaeder ſind reziprok; ſie haben gleiche Kantenzahl und die Eckenzahl des einen iſt gleich der Flächenzahl des andern. d) Das Dodekaeder (Pentagonaldodekaeder) mit 20 dreikantigen Ecken, 30 Kanten und 12 fünfeckigen Flächen. Es iſt

$$R=\frac{a}{4}(\sqrt{15}+\sqrt{3});\quad r=\frac{a}{2}\sqrt{\frac{25+11\sqrt{5}}{10}};\quad \varrho=\frac{a}{4}(3+\sqrt{5});\quad O=3a^2\sqrt{5(5+2\sqrt{5})};$$
$$J=\frac{a^3}{4}(15+7\sqrt{5}).$$

e) Das Ikoſaeder mit 12 fünfkantigen Ecken, 30 Kanten und 20 dreieckigen Flächen. Es iſt

$$R=\frac{a}{4}\sqrt{10+2\sqrt{5}};\quad r=\frac{a(3+\sqrt{5})}{4\sqrt{3}};\quad \varrho=\frac{a}{4}(1+\sqrt{5});\quad O=5a^2\sqrt{3};\quad J=\frac{5a^3}{12}(3+\sqrt{5}).$$

Dodekaeder und Ikoſaeder ſind ebenfalls reziprok. Durch Verlängerung aller Kanten des Dodekaeders (Ikoſaeders), von denen ſich je fünf (drei) in einem Punkt ſchneiden, entſteht ein Sternpolyeder, deſſen 12 (20) Spitzen die Ecken eines Ikoſaeders (Dodekaeders) bilden. — Die regulären Polyeder ſpielen in der Theorie der Subſtitutionsgruppen eine Rolle, indem dieſelben bei gewiſſen Drehungen des Raums unter bloßer Vertauſchung von Eckpunkten in ſich ſelbſt übergehen. In der Invariantentheorie ordnet man den regulären Polyedern binäre Formen zu, derart, daß, wenn man letztere gleich Null ſetzt, die Wurzeln der entſtehenden Gleichung als komplexe Zahlen auf einer Kugel abgebildet gerade die Ecken des betreffenden Polyeders ergeben.

B. **Gleichflächig-halbreguläre Polyeder.** Die Ecken ſind reguläre Vielkante von zwei- oder dreierlei Art, die Flächen kongruente, nicht reguläre Polygone. a) Pyramidentetraeder (Trigondodekaeder) mit 4 ſechskantigen und 4 dreikantigen Ecken, 18 Kanten und 12 gleich-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchenkeligen Dreiecken als Flächen. b) Pyramidenwürfel (Tetrakishexaeder) mit 8 ſechskantigen und 6 vierkantigen Ecken, 36 Kanten und 24 gleichſchenkeligen Dreiecken als Flächen. c) Pyramidenoktaeder (Triakisoktaeder) mit 6 achtkantigen und 8 dreikantigen Ecken, 36 Kanten und 24 gleichſchenkeligen Dreiecken als Flächen. d) Pyramidendodekaeder mit 20 ſechskantigen und 12 fünfkantigen Ecken, 90 Kanten und 60 gleichſchenkeligen Dreiecken als Flächen. e) Pyramidenikoſaeder mit 12 zehnkantigen und 20 dreikantigen Ecken, 90 Kanten und 60 gleichſchenkeligen Dreiecken als Flächen. f) Oktaedriſches Granatoeder (Rhombendodekaeder) mit 8 dreikantigen und 6 vierkantigen Ecken, 24 Kanten und 12 Rhomben als Flächen. g) Ikoſaedriſches Granatoeder mit 20 dreikantigen und 12 fünfkantigen Ecken, 60 Kanten und 30 Rhomben als Flächen. Die beiden Granatoeder heißen auch Keplerſche Körper. h) Oktaedriſches Leucitoeder mit 6 vierkantigen, 12 von ihnen verſchiedenen vierkantigen und 8 dreikantigen Ecken, 48 Kanten und 24 Deltoiden als Flächen. i) Ikoſaedriſches Leucitoeder mit 12 fünfkantigen, 30 vierkantigen und 20 dreikantigen Ecken, 120 Kanten und 60 Deltoiden als Flächen. k) Oktaedriſches Diamantoeder mit 6 achtkantigen, 8 ſechskantigen und 12 vierkantigen Ecken, 72 Kanten und 48 ungleichſeitigen Dreiecken als Flächen. l) Ikoſaedriſches Diamantoeder mit 12 zehnkantigen, 30 vierkantigen und 20 ſechskantigen Ecken, 180 Kanten und 120 ungleichſeitigen Dreiecken. m) Oktaedriſches Gyroeder mit 6 vierkantigen, 8 dreikantigen und 24 davon verſchiedenen dreikantigen Ecken, 60 Kanten und 24 unſymmetriſchen Fünfecken als Flächen. n) Ikoſaedriſches Gyroeder mit 12 fünfkantigen, 20 dreikantigen und 60 davon verſchiedenen dreikantigen Ecken, 150 Kanten und 60 unſymmetriſchen Fünfecken als Flächen.

C. **Gleicheckig-halbreguläre Polyeder** (archimediſche Körper). Die Flächen ſind reguläre Polygone von zweierlei oder dreierlei Art, die Ecken kongruente, nicht reguläre Vielkante. a) Körper mit 12 dreikantigen Ecken, 18 Kanten und 4 viereckigen und 4 dreieckigen Flächen, entſteht durch Abſtumpfung der Ecken aus dem Tetraeder. b) Körper mit 24 dreikantigen Ecken, 36 Kanten und 8 ſechseckigen und 6 viereckigen Flächen, entſteht durch Abſtumpfung der Ecken aus dem Oktaeder. c) Körper mit 24 dreikantigen Ecken, 36 Kanten und 6 achteckigen und 8 dreieckigen Flächen, entſteht durch Abſtumpfung der Ecken aus dem Würfel. d) Körper mit 60 dreikantigen Ecken, 90 Kanten und 20 Sechsecken und 12 Fünfecken als Flächen, entſteht durch Abſtumpfen der Ecken aus dem Ikoſaeder. e) Körper mit 60 dreikantigen Ecken, 90 Kanten und 12 Zehnecken und 20 Dreiecken als Flächen, entſteht durch Abſtumpfung der Ecken aus dem Dodekaeder. f) Körper mit 12 vierkantigen Ecken, 24 Kanten und 8 dreieckigen und 6 viereckigen Flächen, entſteht durch Abſtumpfung der Ecken bis zur Kantenmitte aus Oktaeder oder Würfel (ſogenannte Kuboktaeder). g) Körper mit 30 vierkantigen Ecken, 60 Kanten und 20 Dreiecken und 12 Fünfecken als Flächen, entſteht durch Abſtumpfung der Ecken bis zur Kantenmitte aus Dodekaeder oder Ikoſaeder. h) Körper mit 24 vierkantigen Ecken, 48 Kanten und 6 viereckigen, 12 andern viereckigen und 8 dreieckigen Flächen. i) Körper mit 60 vierkantigen Ecken, 120 Kanten und 12 Fünfecken, 30 Vierecken und 20 Dreiecken als Flächen. k) Körper mit 48 dreikantigen Ecken, 72 Kanten und 6 Achtecken, 8 Sechsecken und 12 Vierecken als Flächen. l) Körper mit 120 dreikantigen Ecken, 180 Kanten und 12 Zehnecken, 20 Sechsecken und 30 Vierecken als Flächen. m) Körper mit 24 fünfkantigen Ecken, 60 Kanten und 6 viereckigen, 8 dreieckigen und 24 andern dreieckigen Flächen. n) Körper mit 60 fünfkantigen Ecken, 150 Kanten und 12 Fünfecken, 20 Dreiecken und 60 andern Dreiecken als Flächen. Die gleichflächigen Polyeder ſind zu den gleicheckigen reziprok.

Literatur: [1] Eberhard, Zur Morphologie der Polyeder, Leipzig 1891. — [2] Hermes, Verzeichnis der einfachſten Vielflache, Berlin 1896. — [3] Hohl, Die Lehre von den Polyedern, 2. Aufl., Tübingen 1881. — [4] Reinhardt, Einleitung in die Theorie der Polyeder, Meißen 1890. — [5] Klein, Vorleſungen über das Ikoſaeder und die Auflöſung der Gleichung fünften Grads, Leipzig 1884. — [6] Brückner, Vielecke und Vielflache, Leipzig 1900. — [7] Haag, Die regulären Kriſtallkörper, Rottweil 1887. — [8] Kugel, Die regulären und halbregulären Polyeder, Neuſtadt a. H. 1876. — [9] Löwe, Ueber die regulären und Poinſotſchen Körper und ihre Inhaltsbeſtimmung vermittelſt Determinanten, 2. Aufl., München 1883. — [10] Schelle, Elementare Ableitung und Berechnung der einfachſten Kriſtallpolyeder, 1. und 2. Teil, Kempten 1873/80. — [11] Wiener, C., Ueber Vielecke und Vielflache, Leipzig 1864. *Wölffing.*

Polyederprojektion. Die Abbildung der Ellipſoidoberfläche in einer Ebene iſt ohne Verzerrung nicht möglich. Für die Herſtellung von topographiſchen Karten zerlegt man die abzubildende Oberfläche des Erdellipſoids nach dem Gradnetze in einzelne Teile von ſolcher Größe, daß man eine handliche Form der Kartenblätter erhält (ſ. Gradabteilungskarte). Durch dieſe Einteilung entſtehen ſphäroidiſche Trapeze mit Meridian- und Parallelkreisbögen als Begrenzungslinien. Um die Verzerrung in engen Grenzen zu halten und ſie dadurch unſchädlich zu machen, kann man die ſphäroidiſchen Trapeze durch ebene Trapeze abbilden, deren Seitenlängen den Längen der Meridian- und Parallelkreisbögen gleich ſind. Aneinander gefügt würden die ebenen Trapeze ein Polyeder bilden. Das darzuſtellende Ellipſoid wird alſo durch ein Polyeder erſetzt; deshalb wird dieſe Art der Abbildung Polyederprojektion genannt. Sie iſt bei den preußiſchen topographiſchen Karten angewendet worden; ſ. a. Kartenprojektion, Bd. 5, S. 390, ſowie Topographie. *Hillmer.*

Polygon (Vieleck), eine von geraden Linien begrenzte ebene Figur. Je nachdem die Zahl dieſer Begrenzungslinien (Seiten) gleich 3, 4 ... n iſt, heißt das Polygon Dreieck, Viereck ... n-eck.

Die Zahl der Ecken iſt gleich derjenigen der Seiten. Die Summe der inneren Winkel im n-eck iſt $(2n - 4)$ Rechte. Bei einem gewöhnlichen n-eck hat jede Seite mit den beiden anſtoßenden je eine Ecke, ſonſt aber mit keiner Seite einen Punkt gemein. Schneiden ſich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dagegen zwei nicht anſtoßende Seiten, ſo heißt das Polygon ein verſchränktes. Beiſpiel: das verſchränkte oder ſternförmige Fünfeck (Pentagramm, Drudenfuß). Ein Polygon heißt regulär, wenn alle Seiten und alle Winkel einander gleich ſind. Die Halbierungslinien aller Winkel ſchneiden ſich im Mittelpunkt des In- und des Umkreiſes des Polygons. Der Zentriwinkel (Winkel der genannten Halbierungslinien) beträgt im n-eck $\frac{4}{n}$ Rechte, der Polygonwinkel (Winkel zweier Seiten) $\frac{2n-4}{n}$ Rechte. Mit Zirkel und Lineal konſtruierbar ſind das reguläre 4-eck, 8-eck, ... 2^n-eck; das 3-eck, 6-eck, 12-eck, ... $3 \cdot 2^n$-eck; das 5-eck, 10-eck ... $5 \cdot 2^n$-eck; das 15-eck, 30-eck, ... $15 \cdot 2^n$-eck; das 17-eck, 34-eck ... $17 \cdot 2^n$-eck, das 257-eck, ... überhaupt allgemein das $(p^r + 1) \cdot 2^n$-eck, wenn p, r, n ganze Zahlen und $p^r + 1$ eine Primzahl iſt. Es ſei ferner r der Radius des Umkreiſes, ϱ der des Inkreiſes, s die Seite, f der Inhalt eines Polygons, ſo iſt im regulären 3-eck $\varrho = \frac{r}{2}$; $s = r\sqrt{3}$; $f = \frac{3}{4} r^2 \sqrt{3}$; im regulären 4-eck $\varrho = \frac{r}{2}\sqrt{2}$; $s = r\sqrt{2}$; $f = 2r^2$; im regulären 6-eck $\varrho = \frac{1}{2} r\sqrt{3}$; $s = r$; $f = \frac{3}{2} r^2 \sqrt{3}$; im regulären 10-eck $\varrho = \frac{1}{4} r \sqrt{10 + 2\sqrt{5}}$; $s = \frac{1}{2} r (\sqrt{5} - 1)$; $f = \frac{5}{4} r^2 \sqrt{10 - 2\sqrt{5}}$. Die Peripherie eines Kreiſes wird näherungsweiſe berechnet aus den Umfängen eines ein- und umbeſchriebenen n-ecks, indem man n immer größer werden läßt.

Literatur: [1] Dilling, Algebraiſch-trigonometriſche Unterſuchungen über die regelmäßigen Vielecke, Halle a. S. 1869. — [2] Affolter, Beiträge zur Geometrie der Vielecke, Solothurn 1870. — [3] Bochow, Einheitliche Theorie der regelmäßigen Vielecke, 2 Bde., Leipzig 1895/96. — [4] Eichler, Ueber Sternpolygone, Wien 1880. — [5] Wiener, Ueber Vielecke und Vielflache, Leipzig 1864. — [6] Brückner, Vielecke und Vielflache, Leipzig 1900. — [7] Scharf, G., Die geometriſch konſtruierbaren regelmäßigen Polygone, Brixen 1906. *Wölffing.*

Polygon der Geſchwindigkeiten. Aus zwei Geſchwindigkeiten eines Punktes ergibt ſich die reſultierende Geſchwindigkeit als die geometriſche Summe beider oder die Diagonale des Parallelogramms der Geſchwindigkeiten. Beſitzt der Punkt mehrere Geſchwindigkeiten zugleich, ſo iſt ſeine reſultierende Geſchwindigkeit die geometriſche Summe derſelben und wird gefunden als die Schlußlinie eines Polygons, das aus den in beliebiger Ordnung von irgendeinem Punkte aus in ihren Richtungen aneinander zu fügenden einzelnen Geſchwindigkeiten gebildet werden kann. Dies Polygon heißt das Polygon der Geſchwindigkeiten. *(† Schell) Finſterwalder.*

Polygon der Kräfte. Wirken auf einen Punkt zwei Kräfte, ſo iſt ihre Reſultante deren geometriſche Summe und wird als die Diagonale des Kräfteparallelogramms gefunden. Wirken mehrere Kräfte auf denſelben, ſo ergibt ſich die Reſultante derſelben als die Schlußlinie eines Polygons, das von irgend einem Punkte aus mit den in beliebiger Ordnung aneinander zu fügenden Kräften gebildet werden kann. Dies Polygon heißt das Polygon der Kräfte (Kräftepolygon, Krafteck, Bd. 5, S. 644). *(† Schell) Finſterwalder.*

Polygonale Räder, ſ. Unrunde Räder.

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

Polygonifierung (Polygonifieren, polygonometriſche Punktbeſtimmung), die Beſtimmung rechtwinkliger Koordinaten für Punkte in gebrochenen Linienzügen, den Polygonzügen. Zur Koordinatenberechnung werden die Strecken zwiſchen den Polygonpunkten, die Polygonſeiten ſowie die Brechungs- oder Polygonwinkel, welche die Seiten miteinander bilden, gemeſſen. Ein Syſtem von einer Anzahl unter ſich verbundener Polygonzüge bildet das Polygonnetz. Es iſt die Grundlage der Klein- oder Stückvermeſſung und wird bei ausgedehnten ſpeziellen Landesvermeſſungen an eine Triangulation angeſchloſſen. Eine Kleinmeſſung geringen Umfanges kann auch auf einem geſchloſſenen Polygon gegründet werden, wenn der Anſchluß an eine Triangulation nicht möglich iſt. Man bezeichnet als Hauptzüge ſolche Züge, die zwiſchen trigonometriſchen Punkten liegen oder das geſchloſſene Polygon bilden, und als Nebenzüge diejenigen Züge verſchiedener Stufenfolge, die auf Polygonpunkten anfangen und endigen. Ueber Geſchichtliches mit weiteren Literaturangaben ſ. [2]. Polygonzüge in Gruben ſ. Grubenmeſſungen und Markſcheidekunde, ferner Buſſolenzug und Tachymetrie.

Es möge hier auch die Beſtimmung geographiſcher Koordinaten für Polygonzüge mit ſehr langen Strecken, z. B. für die Traverſen der Vermeſſungen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, erwähnt werden. Dieſe Art der Punktberechnung fällt jedoch nicht in den Rahmen dieſer Beſprechung.

1. **Der Polygonzug.** Fig. 1 zeigt ein Beiſpiel für einen Polygonzug zwiſchen den trigonometriſchen Punkten 22 und 71. Außer den rechtwinkligen Koordinaten dieſer beiden Punkte

ſind die der trigonometriſchen Anſchlußpunkte 21 und 25 gegeben. Bei gegenſeitiger Sichtbarkeit hätten auch die beiden erſtgenannten Punkte einer für den andern als Anſchlußpunkte gewählt werden können. Gemeſſen ſind die in der Rechnungsfolge gezählten, rechtsläufigen Brechungswinkel β auf dem Anfangs- und Endpunkte und auf allen Polygonpunkten, z. B. β_{43}, und die Strecken s, z. B. 44—45. Als Anfangspunkt können beide Punkte gewählt werden. Zunächſt werden die Richtungswinkel n_o und n_e der in Fig. 1 ſtark gezeichneten Verbindungslinien 21—22 und 71—25 aus den Koordinaten dieſer Punkte berechnet (ſ. Koordinaten, geodätiſche). Danach ſind die Richtungswinkel n der Strecken, z. B. n_{44}, herzuleiten nach $n_n = n_{n-1} + \beta_n \pm 180^0 + v_\beta$, worin v_β eine Verbeſſerung bedeutet. Ihre Anbringung wird notwendig infolge eines Widerſpruchs, der bei Vergleichung der Summe der Brechungswinkel $[\beta]$ mit der Differenz $n_e - n_o$ auftritt. Der Widerſpruch f_β rührt her zu einem geringen Teil aus den gegebenen Anfangs-, End- und Anſchlußpunktkoordinaten, die bei der Berechnung zwar unveränderlich als fehlerfrei eingeführt werden, dies in Wirklichkeit aber nicht ſind, und hauptſächlich aus den Fehlern der gemeſſenen Brechungswinkel. $f_\beta = n_e - n_o + m\,180^0 - [\beta]$ und, da Gleichheit der Fehler aller Brechungswinkel angenommen werden kann, für alle Richtungswinkel $v_\beta = f_\beta : z$, unter z die Anzahl aller vorkommenden Brechungswinkel verſtanden; m iſt eine ganze Zahl, die um zwei Einheiten oder ein Mehrfaches von zwei Einheiten von z verſchieden ſein kann. Nach Ausführung der Verbeſſerung iſt $n_e = n_o - m\ 180^0 + [\beta] + z\,v_\beta$ (Rechenprobe). Nunmehr werden die Koordinatenunterſchiede von Punkt zu Punkt beſtimmt nach $\Delta\mathfrak{y} = s \sin n$ und $\Delta\mathfrak{x} = s \cos n$. Werden die Summen $[\Delta\mathfrak{y}]$ und $[\Delta\mathfrak{x}]$ mit den Unterſchieden $y_e - y_a$ und $x_e - x_a$ der Ordinaten und Abſziſſen der End- und Anfangspunkte verglichen, ſo zeigen ſich abermals Widerſprüche $f_y = y_e - y_a - [\Delta\mathfrak{y}]$ und $f_x = x_e - x_a - [\Delta\mathfrak{x}]$. Die Urſache dieſer Widerſprüche ſind wie bei f_β die Fehler der gegebenen Koordinaten und die Fehler der Brechungswinkel ſowie außerdem noch die Streckenfehler. Die



Fig. 1.

Widerſprüche werden getilgt durch Zulage von Verbeſſerungen v_y und v_x zu den berechneten Koordinatenunterſchieden mit den Ergebniſſen $\Delta y = \Delta\mathfrak{y} + v_y$ und $\Delta x = \Delta\mathfrak{x} + v_x$ ſowie $[\Delta y] = y_e - y_a$ und $[\Delta x] = x_e - x_a$ (Rechenprobe). In geradlinigen Zügen und näherungsweiſe auch in geſtreckten Zügen mit Brechungswinkeln von nahezu 180° laſſen die aus der Winkel- und der Streckenmeſſung herrührenden Fehler ſich in den Querrichtungsfehler f_q und den Längenfehler f_l zerlegen. Zwiſchen dieſen und den Koordinatenfehlern f_y und f_x beſtehen die Bezeichnungen: $f_q = (f_y [\Delta\mathfrak{x}] - f_x [\Delta\mathfrak{y}]) : S$ und $f_l = (f_y [\Delta\mathfrak{y}] + f_x [\Delta\mathfrak{x}]) : S$, worin $S = \sqrt{[\Delta\mathfrak{y}]^2 + [\Delta\mathfrak{x}]^2}$; f_q und f_l können auch genügend genau graphiſch beſtimmt werden durch Eintragen von f_y und f_x in großem Maßſtab in eine Polygonnetzkarte und Projektion der Abweichungen auf die Zugrichtung (ſ. Fig. 1 bei Punkt 71). Den Wert $f_s = \sqrt{f_y^2 + f_x^2} = \sqrt{f_q^2 + f_l}$ nennt man den linearen Geſamtfehler; $f_q : S$ iſt der relative Querrichtungsfehler und $f_l : S$ iſt der relative Längenfehler. Die Koordinatenfehler f_y und f_x werden in der Regel durch Näherungsverfahren ausgeglichen. Von dieſen ſollen die gebräuchlichſten angegeben werden. Die Koordinatenverbeſſerungen für die einzelnen Punkte werden berechnet: a) mit dem relativen Querrichtungsfehler und dem relativen Längenfehler nach $v_y = (f_l \Delta\mathfrak{y} + f_q \Delta\mathfrak{x}) : S$ und $v_x = (f_l \Delta\mathfrak{x} - f_q \Delta\mathfrak{y}) : S$; b) nach den abſoluten Werten der Koordinatenunterſchiede $v_y = f_y \Delta\mathfrak{y}_{abs} : [\Delta\mathfrak{y}_{abs}]$ und $v_x = f_x \Delta\mathfrak{x}_{abs} : [\Delta\mathfrak{x}_{abs}]$; c) nach den Koordinatenunterſchieden unter Berückſichtigung der Vorzeichen nach $v_y = f_y \Delta\mathfrak{y} : [\Delta\mathfrak{y}]$ und $v_x = f_x \Delta\mathfrak{x} : [\Delta\mathfrak{x}]$; d) nach den Streckenlängen nach $v_y = f_y s : [s]$ und $v_x = f_x s : [s]$. Die unter b) bis d) angegebenen Verfahren haben im allgemeinen eine Aenderung der bereits ausgeglichenen Richtungswinkel zur Folge, während das Verfahren a) neben einer Verlängerung oder Verkürzung des Zuges nur eine Aenderung der Abſchlußwinkel auf dem Anfangs- und Endpunkte bewirkt. Bei geſtreckten Zügen ſind die Ergebniſſe der vier Verfahren annähernd gleich; bei Zügen, die von der geſtreckten Form abweichen, iſt das Verfahren a) am meiſten zu empfehlen. Eine Ausgleichung nach der Methode der kleinſten Quadrate wird ſelten angewendet, da ſie für ſtark ausbiegende Züge wegen der Schwierigkeit der Gewichtsbeſtimmung nicht durchführbar und für geſtreckte Züge nicht erforderlich iſt. Ueber ſolche Ausgleichungen ſ. [8]. Starke Ausbiegungen laſſen ſich häufig durch Einlegung von trigonometriſchen Punkten niederer Ordnung, den Beipunkten, vermeiden [4]. Iſt dies nicht möglich, ſo müſſen die Winkel und Strecken beſonders ſcharf gemeſſen werden. Weitere Fehlerverteilungsverfahren ſ. [2]—[5]. — Die Koordinatenberechnung wird in einem geeigneten Formular ausgeführt, und zwar in der Regel logarithmiſch, je nach Erfordernis vier-, fünf- oder ſechsſtellig, ferner mit Hilfe von Koordinatentafeln (ſ. d.) oder endlich mit den natürlichen Zahlen der trigonometriſchen Funktionen unter Benutzung einer Multiplikationstafel oder einer Rechenmaſchine. Weiteres ſ. [1]—[5]. — Da die Richtungswinkel von den unveränderlichen Anfangs- und Endrichtungswinkeln abhängig ſind und durch Uebertragung der Brechungswinkel gebildet werden, iſt die Größe des Fehlers eines Streckenrichtungswinkels proportional $\sqrt{r - r^2 : z}$, worin r die Ordnungszahl des Brechungswinkels bezeichnet. Der Fehler wächſt gegen die Mitte des Zuges und nimmt von da gegen das Ende wieder ab. Er iſt in der Zugmitte um ſo größer, je größer die Anzahl z aller Brechungswinkel iſt. Es ſind daher unter Beachtung praktiſcher Grenzen möglichſt wenig Brechpunkte in einem Polygonzug anzuordnen, im Durchſchnitt etwa fünf, nicht über zehn. Wegen der Bildung der Koordinatenunterſchiede nach $s \sin n$ und $s \cos n$ und deren Aufſummierung von Punkt zu Punkt iſt nur dann, wie oben bereits ausgeführt, eine genügende Trennung der Fehler von n und s möglich, wenn die Größe der Brechungswinkel nahezu 180°

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ist. Daher ist eine gestreckte Form der Züge zu wählen. Um diese Form zu erreichen, werden zuweilen besondere Hilfsdreiecke angewendet, wie in Fig. 2 bei den Punkten 8, 9 und 10 zur Umgehung einer Wegekrümmung. Für die Bemessung der Streckenlängen sind maßgebend die Geländeform und die Rücksichtnahme auf die Beschaffung eines genügend engen Festpunktsystems für die Kleinmessung und auf den Anschluß der später auszuführenden Fortführungsmessungen an dieses System. Strecken von 50—300 m, im Mittel 150 m, sind zweckmäßig. Gleiche Länge der Strecken eines Zuges ist anzustreben, da dann auf Gleichartigkeit sowohl der Streckenmeßfehler unter sich als auch der Winkelmeßfehler im Zuge gerechnet werden kann. Die Polygonpunktorte müssen so ausgewählt werden, daß sie für die Streckenmessung günstig liegen und scharf sowie dauerhaft bezeichnet werden können; die Punktmarken sollen gegenseitig sichtbar sein. Weiteres über die Theorie der Polygonzüge s. [2], [5] und [8].

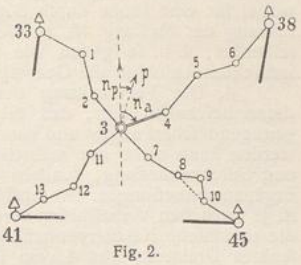


Fig. 2.

2. **Polygonnetz, Knotenpunkt, Zugverzweigung.** Die Anordnung und Gliederung des Polygonnetzes wird in erster Linie durch seinen Zweck bestimmt, eine Unterlage für die Kleinmessung zu bilden. Bei der Anlage ist nicht nur auf die Urvermessung Rücksicht zu nehmen, sondern auch auf die späteren Fortführungsmessungen (s. Kataster). Die Züge folgen den Wegen, Wasserläufen und Grenzlinien und umschließen einzelne Geländeabschnitte derart, daß die Linienabsteckung der Kleinmessung auf engbegrenzte Gebiete, wie Gewannen und Blöcke, beschränkt bleibt. Die Anordnung ist naturgemäß abhängig von der Geländebeschaffenheit und von der Summe der aufzumessenden Einzelheiten. Diese ist verschieden in Wald- und Feldfluren, in Ortslagen mit einzelnen Gebäuden und städtischen Bezirken, in Neustadt und Altstadt. In [4] sind Erfahrungssätze für die Anzahl der Polygonpunkte angegeben, die je nach Geländeschwierigkeit und Parzellierung erforderlich ist. Für die Anordnung des Polygonnetzes ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob es als ein unabhängig von den Vermessungsobjekten dauernd für sich bestehendes Liniensystem aufgefaßt wird, oder ob es in innige Beziehung zu den Vermessungsobjekten gebracht und mit diesen erhalten werden soll. Das erste Prinzip liegt z. B. dem Verfahren der preußischen Katasterverwaltung zugrunde [4], das letztere z. B. dem Verfahren der badischen Katasterverwaltung [3]. Eine zweckmäßige Vereinigung beider Verfahren ermöglicht, die beiderseitigen Vorteile auszunutzen. Treffen mehrere Züge in einem noch nicht bestimmten und auch trigonometrisch nicht bestimmbaren Punkte, einem Knotenpunkte, zusammen (Fig. 2), so kann es zweckmäßig sein, sie gemeinsam zu berechnen. Aus allen Zügen wird zunächst der mittlere Richtungswinkel einer Strecke, z. B. n_a in Fig. 2 oder besser der mittlere Richtungswinkel n_p der Geraden nach einem entfernten Zielpunkte P unter Berücksichtigung von Gewichten abgeleitet. Als Gewichte kann man die reziproken Werte der Anzahl der Brechungswinkel $1 : z$ wählen. Auf den mittleren Richtungswinkel werden die Streckenrichtungswinkel ausgeglichen. Danach berechnet man das allgemeine arithmetische Mittel der Koordinaten des Knotenpunktes (3 in Fig. 2) aus allen Zügen, wobei die Gewichte etwa umgekehrt proportional der Zuglänge, wenn nötig auch noch nach Schwierigkeit der Messung und Anzahl der Brechungspunkte angesetzt werden können. Endlich wird die Punktberechnung in den Zügen auf die Knotenpunktkoordinaten abgeschlossen. Die trigonometrische Bestimmung eines Punktes ist der als Knotenpunkt vorzuziehen. Weiteres s. [2], [4] und [5]. In [5] ist auch die einheitliche Berechnung von Knotennetzen und Zugverzweigungen nach dem allgemeinen arithmetischen Mittel und nach der Methode der kleinsten Quadrate eingehend behandelt. — Die Berechnung der Haupt- und Nebenzüge des Polygonnetzes einer Gemarkung wird in geeigneter Stufenfolge ausgeführt. Bei städtischen Vermessungen kommen als letzte Stufe besondere Züge in Hofräumen hinzu, für die ein geregelter Anschluß selten ausführbar ist. Eine Probe läßt sich dadurch beschaffen, daß passende Zielpunkte, wie Blitzableiter und Turmspitzen, von Punkten mehrerer Züge aus angezielt werden. Sobald mehr als zwei Anschnitte vorliegen, ist eine Probe gewonnen. Weiteres s. [6]. — Für die Berechnung der Polygonnetze in geschlossenen Polygonen ohne trigonometrische Unterlage sind die obigen Ausführungen ebenfalls gültig. Wegen der Wahl der Abszissenachse s. Koordinaten, geodätische. Weiteres s. [2] und [5].

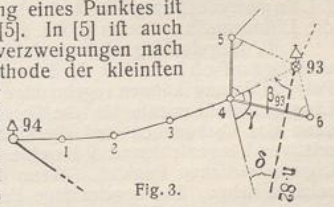


Fig. 3.

3. **Anschluß an unzugängliche Dreieckspunkte.** Da viele trigonometrische Punkte (s. Triangulierung) insbesondere in Ortschaften, wie Türme, Blitzableiter, Fahnenstangen und Schornsteine, für die unmittelbare Messung der Abschlußwinkel und Strecken nicht zugänglich sind, so muß deren Messung indirekt erfolgen. Hierbei ist zu unterscheiden, ob zum Abschluß der Brechungswinkel andre Dreieckspunkte benutzt werden können oder nicht. — Fig. 3 zeigt ein Beispiel. Der Kirchturm 93 ist unzugänglich; die Anschlußstrecke 4—93 wird doppelt bestimmt aus den Dreiecken über den Linien 4—5 und 4—6 nach dem Sinussatz der ebenen Trigonometrie (s. d.). Der Anschlußwinkel β_{93} auf 93 ergibt sich nach Messung des Winkels γ aus dem Dreieck 4—93—82 ebenfalls nach dem Sinussatz, nachdem die Seite 93—82 aus den Koordinaten dieser Punkte berechnet worden ist. Eine Probe wird gewonnen, wenn eine zweite Anschlußrichtung, z. B. auf 4 oder 5, möglich ist. Ist überhaupt keine Anschlußrichtung sichtbar, wie dies z. B. in enggebauten Ortslagen häufig vorkommt, so ist in der Regel eine Zusammenfassung von zwei oder mehr Zügen mit gemeinschaftlichem Winkelabschluß nach Andeutung von Fig. 4 möglich. In manchen Fällen, besonders bei kurzen Anschlußstrecken, ist es vorteilhaft, die Koordinaten des Dreieckspunktes auf einen Bodenpunkt zu übertragen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der dann an Stelle des hochgelegenen, unzugänglichen Dreieckspunktes tritt (fogenanntes Herablegen eines Dreieckspunktes). In diefem Falle find nach Ableitung des Richtungswinkels und der Entfernung für die Anfchlußftrecke, z. B. 93—4 in Fig. 3, die Koordinatenunterfchiede 93—4 und damit die Koordinaten von 4 zu rechnen (f. Koordinaten, geodätifche), wobei für eine Probe durch doppelte Ableitung zu forgen ift. Für die Ausführung der Meffung ift zu beachten, daß diefe Uebertragung im Prinzip fehlerfrei, d. h. fo genau wie möglich, zu erfolgen hat, während für den indirekten Anfchluß die Genauigkeit der übrigen Strecken und Winkel genügt.

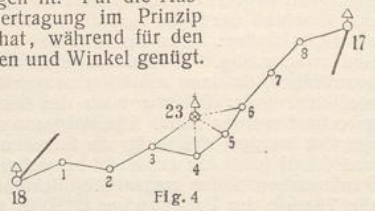


Fig. 4

4. Die **Vermarkung** der Polygonpunkte muß derart befchaffen fein, daß die Marke den Punktort genügend fcharf angibt und dauernd zweifellos erhalten werden kann nicht nur während der Polygonifierung und Stückvermeffung, fondern auch für alle fpäteren Ergänzungsmeffungen. Die Ausführung der Vermarkung ift je nach den Verhältniffen verfchieden. In [4] ift für die preußifche Kataftervermeffung ein unter der Erdoberfläche mit lotrechter Mittellinie verfenktes Drainrohr von 4,5 cm lichter Weite vorgefchrieben. Beffer ift eine behauene Steinfäule mit einem aufgemeißelten Kreuz, mit einer Lochmarke oder mit einem eingelaffenen Eifenbolzen als Tagesmarke und eine unterirdifche, zentrifche Verficherung durch ein Drainrohr oder ein eifernes Rohrftück, das aus billig zu befchaffenden, gebrauchten Gas- oder Siederöhren hergeftellt werden kann. In Städten kommen verfenkte, durch Straßenkappen gefchützte Rohre und in das Pflafter oder den Bürgerfteig eingetriebene oder gemeißelte Zeichen zur Anwendung. Zur ficheren Wiederherftellung der Vermarkung nach etwaiger Befchädigung oder Entfernung durch Tiefbauarbeiten werden Bolzen als Nebenmarken an den Hausfronten angebracht. Weiteres f. [2] und [6].

5. **Die Winkel- und Streckenmeffung.** Für die Winkelmeffung genügt die Genauigkeit, die ein kleiner Theodolit mit 30″ oder 20″ Nonienangabe bei ein- bis zweimaliger Beobachtung in beiden Fernrohrlagen gewährt. Von befonderer Wichtigkeit ift die fcharfe Zentrierung des Inftruments und der Signale auf den Punktmarken. Eine Abweichung von $\pm$ 1 cm in der Aufftellung von Inftrument und Signal erzeugt z. B. bei 100 m Entfernung Richtungsfehler von je $\pm 20''$. Da die fcharfe Zentrierung des Inftruments mit dem Schnurlot bei bewegter Luft Schwierigkeiten macht, werden andre Ablotvorrichtungen mit Erfolg angewendet. Sehr geeignet ift das fogenannte feſte Lot, ein mit einer Dofenlibelle einzurichtendes, mit dem Stativ und der Inftrumentachfe verbundenes Rohr; ferner werden auch optifche Ablotinftrumente (f. d.) benutzt. Zur Bezeichnung der Zielpunkte find befonders Zielftäbe aus etwa 8 mm ftarkem Möbelrohr geeignet, die von einem einfachen eifernen Dreifuß gehalten und mit dem Schnurlot oder beffer mit einer Anlegelibelle fenkrecht geftellt werden [7]. Für ftädtifche Arbeiten empfiehlt fich die gleichzeitige Verwendung von mindeftens drei Stativen, die über den Punktmarken aufgeftellt nacheinander als Träger des Inftruments und befonderer Zielfcheiben dienen. Die Streckenmeffung wird in der Regel mit Meßlatten oder mit dem Meßbande ausgeführt. Für ftädtifche Arbeiten ift die Verwendung von Meßlatten mit Endfchneiden und mit Zentimeterteilung zu empfehlen. Auf Maßvergleiche mit dem Normalmaß ift Bedacht zu nehmen (f. Komparator). Die Meffung wird ftets doppelt, hin und her, ausgeführt. Weiteres f. Längenmeffung. In befonderen Fällen kann an Stelle der unmittelbaren Längenmeffung die Diftanzmeffung treten (f. Bd. 2, S. 787, und Bd. 5, S. 408).

6. **Regelmäßige Längenfehler und grobe Fehler.** Ueber das Auftreten von regelmäßigen Fehlern bei der Längenmeffung f. d. In einer auf Triangulierung gegründeten Polygonifierung können regelmäßige Längenfehler noch entftehen aus einer Verfchiedenheit der Längenmeßinftrumente für die Polygonifierung und die Bafismeffung der Triangulation. Man kann das Vorkommen und die Größe von folchen Fehlern feftftellen durch Berechnung der relativen Längenfehler $f_l : S$ für eine Anzahl günftig gelegener, geftreckter Polygonzüge zwifchen trigonometrifchen Punkten. Wenn die berechneten Werte nahezu gleich find und gleiche Vorzeichen haben, find regelmäßige Fehler vorhanden. Es ift unter Umftänden zweckmäßig, aus der Summe diefer Werte und ihrer Anzahl u einen Mittelwert $r = [f_l : S] : u$ zu beftimmen und den Polygonftrecken vor der Koordinatenberechnung Verbefferungen zuzulegen nach $s + v_s$, wobei $v_s = rs$ ift. Die Anwendung des unter 1. a) befprochenen Ausgleichverfahrens macht diefe Arbeit entbehrlich. — Ift in einem Polygonzuge ein grober Winkelfehler oder ein grober Längenfehler vorgekommen, fo läßt fich ermitteln, wo die Fehler liegen. Ein grober Winkelfehler wird gefunden durch Berechnung des Zuges von beiden Endpunkten aus. Er liegt in dem Polygonpunkt, deffen Koordinaten aus beiden Rechnungen nahezu gleich hervorgehen. Zum Auffuchen eines groben Längenfehlers in einer Strecke wird der Zug vom Anfangspunkt aus berechnet. Die Berechnung ergibt dann nicht die genäherten Werte der Koordinaten des Endpunktes, fondern der Koordinaten eines andern Punktes. Der Richtungswinkel der Verbindungslinie diefes Punktes mit dem Endpunkte ift näherungsweife gleich dem Richtungswinkel der Strecke, deren Längenbeftimmung den Fehler enthält. Graphifche Verfahren, die den rechnerifchen entfprechend ausgeführt werden, alfo Aufzeichnen der Anfangs-, End- und Anfchlußpunkte nach ihren Koordinaten und Auftragen des Zuges mit Transporteur und Maßftab, führen ebenfalls zum Ziel.

7. **Genauigkeit und Fehlergrenzen.** Die allgemeine Anforderung an die Genauigkeit der Polygonifierung ift, daß ihre Fehler gegenüber denjenigen der Kleinmeffung außer Betracht bleiben können. Eine Beurteilung der Genauigkeit laffen die relativen Querrichtungsfehler $f_q : S$ und die relativen Längenfehler $f_l : S$ in den verfchiedenen Zügen zu. Für den Abfchlußfehler der Brechungswinkel gelten verfchiedene Fehlergrenzen. Bei der preußifchen Kataſter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verwaltung gilt z. B. nach [4] $1{,}5'\sqrt{z}$, entſprechend einem mittleren Geſamtfehler von $\pm 0{,}5'$ für jeden Brechungswinkel, bei der Kataſtervermeſſung in Elſaß-Lothringen $1{,}0'\sqrt{z+1}$ und z. B. in Hamburg für ſtädtiſche Verhältniſſe $0{,}7'\sqrt{z+1}$; $z+1$ iſt mit Rückſicht auf die Fehler der trigonometriſchen Anſchlüſſe eingeführt. Die Abweichungen, die bei der doppelten Streckenmeſſung hervortreten, ſollen nicht über einige Zentimeter hinausgehen. Amtlich iſt meiſtens vorgeſchrieben, daß dieſe Abweichungen ſowie die Geſamtfehler $f_s = \sqrt{f_y^2 + f_x^2}$ innerhalb der Fehlergrenzen bleiben, die für die Längenmeſſung (ſ. d.) aufgeſtellt ſind.

Literatur: [1] Die Polygoniſierung iſt behandelt in den beim Art. Geodäſie unter [4]—[10] genannten Lehrbüchern. Die techniſche Durchführung mit zahlreichen Literaturangaben iſt beſonders dargeſtellt in [2] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 6. Aufl., Stuttgart 1904. — [3] Die amtlichen Vorſchriften über die Ausführung der Polygoniſierung ſind angegeben beim Art. Kataſter, Bd. 5, S. 409. — Für Preußen gilt [4] IX. Anweiſung für die trigonometriſchen und polygonometriſchen Arbeiten u. ſ. w., 3. Aufl., Berlin 1903. — Ausführliche Erläuterungen hierzu gibt [5] Gauß, F. G., Die trigonometriſchen und polygonometriſchen Rechnungen, 3. Aufl., Halle 1906. — Wegen einiger ſtädtiſchen Polygoniſierungen ſei verwieſen auf [6] Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen, Stuttgart 1881, S. 16; 1888, S. 193, 241 (Berlin); 1887, S. 314 (Karlsruhe), S. 65 (Altenburg); 1889, S. 52 (Bremen); 1893, S. 129 (Straßburg i. E.); 1895, S. 112 (Leipzig). Weitere Literaturangaben ſ. die jährlichen Literaturberichte der Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen. — [7] Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen 1892, S. 155; 1893, S. 218. — [8] Fenner, ebend. 1887, S. 249; Ferber, ebend. 1907, S. 618. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Polygonnetz, ſ. Polygoniſierung, S. 185.

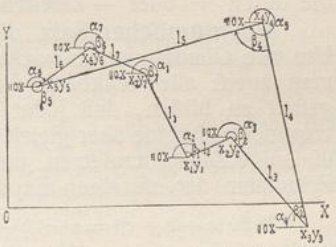
Polygonometrie, die Lehre von der Ausmeſſung der Polygone.

Ein polygonaler Zug beſtehe aus den $(n+1)$ Punkten $x_0 y_0, x_1 y_1, \ldots x_n y_n$, die durch die Seiten von den Längen $l_1 l_2 \ldots l_n$ und den Richtungswinkeln $\alpha_1 \alpha_2 \ldots \alpha_n$ verbunden ſind. Die Polygonwinkel ſeien $\beta_1 \beta_2 \ldots \beta_{n-1}$. Sind die Seiten und die Polygonwinkel nebſt den Koordinaten $x_0 y_0$ des Anfangspunkts und dem Richtungswinkel α_1 der erſten Seite gegeben, ſo iſt $\alpha_2 = \alpha_1 + 180^0 + \beta_1$; $\alpha_3 = \alpha_2 + 180^0 + \beta_2$; $\ldots \alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^0 + \beta_{n-1}$; ferner $x_1 = x_0 + l_1 \cos \alpha_1$; $x_2 = x_1 + l_2 \cos \alpha_2 \ldots x_n = x_{n-1} + l_n \cos \alpha_n$; $y_1 = y_0 + l_1 \sin \alpha_1$; $y_2 = y_1 + l_2 \sin \alpha_2 \ldots y_n = y_{n-1} + l_n \sin \alpha_n$. Fällt der Punkt $x_n y_n$ mit $x_0 y_0$ zuſammen, ſo entſteht ein geſchloſſenes Polygon. Die algebraiſche Summe der Projektionen der Seiten eines geſchloſſenen Polygons auf eine beliebige Achſe iſt Null.

a) In einem Polygon ſind alle Seiten außer l_{n-1} und l_n gegeben, ferner alle Winkel außer β_{n-1}; ferner iſt $x_n y_n$ und α_1 gegeben. Nach Berechnung von $x_1 y_1, x_2 y_2 \ldots x_{n-2}, y_{n-2}$ und $\alpha_2 \ldots \alpha_{n-1}$ wird $\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180 + \beta_{n-1}$; $\alpha_1 = \alpha_n + 180 + \beta_n$, woraus ſich α_n und β_{n-1} ergeben. Mit

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{y_n - y_{n-2}}{x_n - x_{n-2}}, \quad d = \frac{x_n - x_{n-2}}{\cos \delta} = \frac{y_n - y_{n-2}}{\sin \delta}$$

wird $l_{n-1} = d \dfrac{(\sin \alpha_n - \delta)}{\sin (\alpha_n - \alpha_{n-1})}$, $\quad l_n = d \dfrac{\sin (\delta - \alpha_{n-1})}{\sin (\alpha_n - \alpha_{n-1})}$.



b) In einem Polygon ſind alle Seiten außer l_n und alle Winkel außer β_{n-1} und β_n gegeben; ferner iſt $x_n y_n$ und α_1 gegeben. Nach Berechnung von $x_1 y_1 \ldots x_{n-1}$, y_{n-1} und $\alpha_2 \ldots \alpha_{n-1}$ hat man

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{y_n - y_{n-1}}{x_n - x_{n-1}}; \quad l_n = \frac{x_n - x_{n-1}}{\cos \alpha_n} = \frac{y_n - y_{n-1}}{\sin \alpha_n}$$

$\beta_{n-1} = \alpha_n - \alpha_{n-1} + 180^0$; $\beta_n = \alpha_1 - \alpha_n + 180^0$.

c) In einem Polygon ſind alle Seiten und die Winkel außer $\beta_{n-2}, \beta_{n-1}, \beta_n$ gegeben; ferner iſt $x_n y_n$ und α_1 gegeben. Man berechnet $x_1 y_1 \ldots x_{n-2} y_{n-2}$, $\alpha_2 \ldots \alpha_{n-2}$. Man ſetzt nun

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{y_n - y_{n-2}}{x_n - x_{n-2}}, \quad d = \frac{x_n - x_{n-2}}{\cos \delta} = \frac{y_n - y_{n-2}}{\sin \delta};$$

berechnet ſodann die Winkel $\gamma_{n-2}, \gamma_{n-1}, \gamma_n$ des Dreiecks aus den Seiten l_n, d, l_{n-1}. Alsdann iſt $\alpha_{n-1} = \delta \mp \gamma_{n-2}$; $\alpha_n = \delta \pm \gamma_n$, alſo zwei verſchiedene Löſungen. Endlich iſt

$\beta_{n-2} = \alpha_{n-1} - \alpha_{n-2} + 180^0$; $\beta_{n-1} = \alpha_n - \alpha_{n-1} + 180^0$; $\beta_n = \alpha_1 - \alpha_n + 180^0$.

Für die Fläche eines Polygons, deſſen Ecken die Koordinaten $x_1 y_1 \ldots x_n y_n$ haben, iſt:

$$J = {}^1/_2 \sum_1^n x_k (y_{k+1} - y_{k-1}) = {}^1/_2 \sum_1^n y_k (x_{k+1} - x_{k-1}) = {}^1/_2 \sum_1^n (x_{k+1} + x_k)(y_{k+1} - y_k) = {}^1/_2 \sum_1^n (y_{k+1} + y_k)(x_{k+1} - x_k).$$

Die Summen ſind über k von 1 bis n zu nehmen.

Literatur: [1] Hammer, Lehrbuch der ebenen und ſphäriſchen Trigonometrie, Stuttgart 1885, S. 187—205. — [2] Spitz, Lehrbuch der ebenen Polygonometrie, 2. Aufl., Leipzig 1881. — [3] Welliſch, Die Berechnungen in der praktiſchen Polygonometrie, Wien 1893. *Wölffing.*

Polygonverband (Polygonaler Verband) wird ähnlich dem Cyklopenmauerwerk (ſ. d.) hergeſtellt und zeigt nur inſofern eine Verfeinerung, als ſämtliche Fugenflächen ſo bearbeitet werden, daß ſie ſcharf aneinander paſſen. Infolgedeſſen wird die Ausführung, ähnlich wie beim Moſaikverband, ſehr teuer, wenn nicht von der Natur entſprechend geſtaltete Geſteine, wie z. B. der Säulenbaſalt, verwendet werden können. *L. v. Willmann.*

Polygonzug, ſ. Polygoniſierung, S. 183.

Polyhalit, Mineral, waſſerhaltiges Kalk-Magneſia-Kaliſulfat.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$2\,CaSO\,4 + K_2Mg\,(SO\,4)_2 + 2\,H_2O$ (45,17 % $CaSO\,4$, 27,93 % $K_2SO\,4$, 19,92 % $MgSO\,4$ 5,98 % H_2O). Kriſtalliſiert monoklin oder rhombiſch. Farblos bis rötlich; etwas fettglänzend, nur wenig durchſcheinend. Härte 3,5. Spez. Gew. 2,77. In Waſſer löslich, wobei Gips zurückbleibt. Bildet mit Steinſalz dünne Lagen, in der ſogenannten Polyhalitregion (vgl. Kaliſalze).

Polymerie. Chemiſche Verbindungen, die zwar die gleiche prozentiſche Zuſammenſetzung aus den gleichen Elementen beſitzen, jedoch verſchiedene Molekulargröße, wie z. B. C_2H_2 (Acetylen) und C_6H_6 (Benzol), heißen polymer. Die Polymerie iſt nur der Ausdruck einer äußerlichen Beziehung ſolcher Körper zueinander; da die Atome innerhalb polymerer Molekeln in ganz verſchiedener Weiſe und Anzahl miteinander verbunden ſind, ſo zeigen ſolche Körper phyſikaliſch und chemiſch auch ganz verſchiedene Eigenſchaften. Sie entſtehen oft mehr oder weniger leicht auseinander durch ſogenannte Kondenſation oder Polymeriſation, z. B. aus drei Molekeln Cyanſäure ($CNOH$) entſteht Cyanurſäure ($C_3N_3O_3H_3$).

Viele Körper bilden durch Addition ihrer eignen Molekeln aneinander Doppel- oder mehrfache Molekeln (Molekularaggregate), ſie „aſſoziieren" ſich, und zwar mehr oder weniger vollſtändig, was im Dampfzuſtande oder in Löſung (z. B. durch Dampfdichte oder Beckmannſche Molekulargewichtsbeſtimmung) konſtatiert worden iſt. Solche polymeriſierte Molekeln (Alkohole in Benzollöſung, Eſſigſäure als Dampf, Waſſerdampf u. ſ. w.) befinden ſich meiſt im Diſſoziationszuſtande mit einfachen zuſammen, ſind demnach als ebenſo loſe gebunden zu betrachten wie die Molekularverbindungen (ſ. d.). *Abegg.*

Polymeter (Vielmeſſer), ſ. Tachymetrie.

Polymorphie, das Auftreten der gleichen chemiſchen Subſtanz im feſten Aggregatzuſtand in verſchiedenen Kriſtallformen.

Solche polymorphe Formen beſitzen keine chemiſche, wohl aber phyſikaliſche Verſchiedenheiten, verſchiedene Schmelzpunkte, Löslichkeiten u. ſ. w., weshalb ſie auch als phyſikaliſch iſomer bezeichnet werden. Polymorphe Körper ſind ſehr häufig, z. B. Graphit-diamant, rhombiſcher und monokliner Schwefel, Kalkſpataragonit, Quarztridymit u. ſ. w. Polymorphie wird auch (namentlich bei Elementen) Allotropie (ſ. d.) genannt.

Literatur: Nernſt, Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903. *Abegg.*

Polynom, eine vielteilige Zahlengröße, beſtehend aus mehr als zwei Gliedern, die durch + oder — Zeichen verbunden ſind, z. B. $a^2 + b^2 - c^2 + d^2$.

Polynomiſcher Satz dient zur Potenzierung eines Polynoms und lautet: Um alle Glieder der Entwicklung von $(a + b + c + d + \ldots)^n$ zu erhalten, hat man zuerſt alle denkbaren Produkte von Potenzen der Glieder $a\,b\,c\,d\ldots$ dergeſtalt zu bilden, daß jeder Exponent eine der Zahlen 0 bis n ſein darf, die Exponentenſumme aber gleich n wird und darauf jedem Produkte als Koeffizienten diejenige Zahl vorzuſetzen, die ſich ergibt, wenn man $n!$ durch das Produkt der Fakultäten der einzelnen Exponenten dividiert.

$$\text{Z. B. } (a+b+c)^4 = a^4 + b^4 + c^4 + \frac{4!}{3!\,1!}(a^3b + a^3c + ab^3 + b^3c + ac^3 + bc^3) + \frac{4!}{2!\,2!}$$
$$(a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2) + \frac{4!}{2!\,1!\,1!}(a^2bc + ab^2c + abc^2).$$

Literatur: [1] Putiatycki, Der polynomiſche Lehrſatz für beliebige Exponenten, Liſſa 1845. — [2] Helmling, Ueber die Entwicklung des Polynomiums, Heidelberg 1850. *Wölffing.*

Polyſaccharide, ſpaltbare, nicht zuckerähnliche Kohlehydrate, wie die Dextrine, Stärke, Celluloſe; ſ. Kohlehydrate.

Polytropiſche Zuſtandsänderungen, Ausdruck der Wärmetheorie, eingeführt von Zeuner [1]. Wirkt auf die Oberfläche eines Körpers ein gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit und es ändert ſich p mit dem Körpervolumen v derart, daß

$$p\,v^m = C = p_1\,v_1^m, \qquad p = \frac{C}{v^m}, \qquad 1.$$

unter m und C irgendwelche Konſtante verſtanden, ſo hat man eine polytropiſche Zuſtandsänderung des betreffenden Körpers. Meiſt wird in 1. v auf die Gewichtseinheit bezogen (ſpezifiſches Volumen). Werden die p als Ordinaten bei den zugehörigen v als Abſziſſen aufgetragen, ſo entſteht eine polytropiſche Kurve. In Fig. 1 ſind einige durch den Punkt p_1, v_1 gehende Kurven dieſer Art angedeutet. Die polytropiſchen Zuſtandsänderungen ſpielen in der techniſchen Thermodynamik eine hervorragende Rolle, da die wichtigſten Zuſtandsänderungen von Gaſen und Dämpfen genau oder annähernd unter die Form 1. fallen und ſelbſt ganze Indikatordiagramme mit genügender Genauigkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch eine Anzahl polytropiſcher Kurven dargeſtellt werden können, worauf z. B. eine kalorimetriſche Beurteilung von Luft- und Gasmaſchinen beruht [3], [12], I, S. 199, 294.

Aus 1. folgen:

$$\frac{dp}{dv} = -m\frac{p}{v},\quad \frac{d^2p}{dv^2} = m(m+1)\frac{p}{v^2},\quad \frac{d^np}{dv^n} = (-1)^n m(m+1)\dots(m+n-1)\frac{p}{v^n}. \qquad 2.$$

Bezeichnet an irgend einer Stelle p, v einer polytropiſchen Kurve φ deren Neigungswinkel gegen die v-Achſe, ſo hat man den Exponenten in 1.:

$$m = -\frac{v}{p}\operatorname{tg}\varphi = -\frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}\alpha} \qquad 3.$$

(Fig. 2), wonach alle polytropiſchen Kurven von gleichem m aber verſchiedenen C jede vom Koordinatenurſprung ausgehende Gerade unter gleichen Winkeln φ ſchneiden (Fig. 3). Für einen Uebergang von $p_1\ v_1$ in p, v läßt ſich der zu ſeiner Darſtellung durch eine polytropiſche Kurve anzunehmende Exponent m nach 1. erhalten:

$$m = \frac{\log p_1 - \log p}{\log v - \log v_1}. \qquad 4.$$

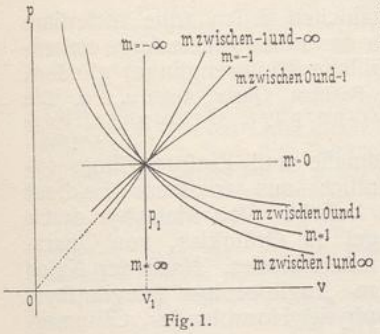


Fig. 1.

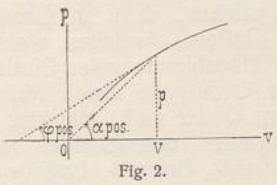


Fig. 2.

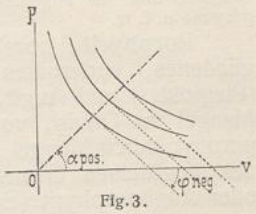


Fig. 3.

Als p_1, v_1 und p, v kann man den Anfangspunkt und Endpunkt eines Uebergangs wählen oder irgendwelche andre Punkte desſelben, bei welchen man beſonderes Gewicht auf möglichſten Anſchluß an die wirkliche Druckkurve legt. Ueber graphiſche Beſtimmung polytropiſcher Kurven von gegebenen m, p_1, v_1 ſ. [4], [6]—[9], über die Arbeit zur Ueberwindung des Druckes p ſ. Aeußere Arbeit, Bd. 1, S. 103.

Für Gaſe, welche dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze (ſ. d.)

$$pv = RT \qquad 5.$$

folgen, ſtellt 1. die Bedingung für das Konſtantbleiben der ſpezifiſchen Wärme (ſ. d.) dar, d. h. des Verhältniſſes der Wärmezufuhr dQ pro Gewichtseinheit zur Temperaturänderung dT, für welches dann gilt:

$$\frac{dQ}{dT} = c = \frac{m-k}{m-1}c_v, \qquad Q = c(T-T_1), \qquad 6.$$

wenn c_p, c_v die ſpezifiſchen Wärmen bei konſtantem Drucke und konſtantem Volumen, und $k = c_p : c_v$, für atmoſphäriſche Luft $c_p = 0{,}23751$, $c_v = 0{,}16844$, $k = 1{,}41$. Ueber die Temperatur, äußere Arbeit und Aenderung der inneren Arbeit für polytropiſche Zuſtandsänderungen von Gaſen ſ. Gaſe, Bd. 4, S. 277. Anwendung polytropiſcher Zuſtandsänderungen beim Ausfluß von Gaſen und Dämpfen aus Gefäßmündungen ſ. Bd. 4, S. 283, und [12], I, S. 305, 362.

Literatur: [1] Zeuner, Grundzüge der mechaniſchen Wärmetheorie, Leipzig 1866, S. 143 (ausführlicher Techniſche Thermodynamik, I, Leipzig 1900, S. 147, 239). — [2] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, I, Leipzig 1874, S. 112, 208, 559. — [3] Weyrauch, Zur Beurteilung von Luft- und Gasmaſchinen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1880, S. 185 (Zahlenkorrektur 1881, S. 226). — [4] Brauer, Konſtruktion geſetzmäßiger Expanſionskurven von der allgemeinen Form $pv^m = C$, Zeitſchr. wie [2], 1885, S. 433. — [5] Tobell, Ueber die graphiſche Unterſuchung und Vorausbeſtimmung von Indikatordiagrammen an Dampfmaſchinen, Techn. Blätter 1889, S. 22. — [6] Pröll, Ueber Indikatordiagramme und graphiſche Beziehungen zwiſchen Druck, Volumen und Temperatur, Zeitſchr. wie [2], 1891, S. 988, 1022. — [7] Tolle, Neue Konſtruktion der polytropiſchen Kurve, Zeitſchr. wie [2], 1894, S. 1456. — [8] Hartmann, Gleichzeitige Beſtimmung der Polytrope und Charakteriſtik für ein angenommenes Indikatordiagramm, Zeitſchr. wie [2], 1895, S. 194. — [9] Wagner, Verfahren zur Aufzeichnung der polytropiſchen Kurve, Zeitſchr. wie [2], 1896, S. 707. — [10] Lorenz, Techniſche Wärmelehre, München und Berlin 1904, S. 47, 173. — [11] Fiſcher, Viktor, Die Verwendung eines logarithmiſch geteilten Koordinatenſyſtems in der Wärmemechanik, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 294. — [12] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 54, 158, 163, 198, 271, 284; II, Stuttgart 1907, S. 45, 129, 305, 362. — [13] Dingeldey, Zeitſchr. f. Math. und Phyſik 1907, S. 87. *Weyrauch.*

Pompejanerrot, ſ. Eiſenrot.

Ponceau, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 624.

Ponceletrad, ſ. Waſſermotoren.

Poncieren, das Glattſchleifen der Fleiſchſeite von Glacéfellen, welche auf dieſer Seite gefärbt und ſpäter mit derſelben nach außen getragen werden ſollen (Däniſchleder, Suède), entweder mit der Hand mittels Bimsſteins oder mit Hilfe von Schleifmaſchinen (Ponciermaſchinen) vorgenommen. *Päßler.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pongee (engl. Japon silk), leichter japanifcher (oder auch chinefifcher) Wafchfeidenftoff in Taftbindung. *E. Müller.*

Ponton, f. Dock und Schiffbrücken.

Poop des Schiffes, ein auf dem achterften Teil des Oberdecks befindlicher, gefchloffener und von Bord zu Bord reichender Aufbau, der meift die Kajüte und Wohnräume enthält. *T. Schwarz.*

Poopdeck, das obere Deck einer Poop.

Porfido rosso antico, Porfido verde antico, f. Porphyrit.

Porofitätsfaktor, die Verhältniszahl des Porenvolumens (f. Bodenphyfik, Bd. 2, S. 111) eines Körpers zu deffen Gefamtvolumen, letzteres als der vom äußeren Umfang eingefchloffene Körperinhalt gedacht.

Porphyr, an Kiefelfäure reiche und an alkalifchen Erden arme vortertiäre Eruptivgefteine, deren Gefteinsmaffe fich in eine für das unbewaffnete Auge einheitliche Grundmaffe und in darin liegende große Kriftalle (Einfprenglinge) gliedert.

Als Gemengteile treten auf: Orthoklas, Plagioklas-Feldfpat, Quarz, Augit u. f. w. Die Gefteine find im allgemeinen hell gefärbt. Vgl. Quarzporphyr, Orthophyr, Porphyrit u. f. w. *Leppla.*

Porphyrit, porphyrifches, d. h. in Grundmaffe und Einfprenglinge gegliedertes, vortertiäres Geftein, welches wefentlich aus triklinem Feldfpat (Plagioklas) und Augit, Hornblende oder Biotit befteht. Von Melaphyr durch Mangel an Olivin, von Orthophyr durch Mangel an Orthoklas, von Quarzporphyr durch Mangel an Quarz und Orthoklas unterfchieden. Nach der Natur des augitifchen Gemengteiles unterfcheidet man Augitporphyr (Augitophyr) oder Augitporphyrit (Enftatit-, Bronzit-, Baftitporphyrit) Hornblende-, Glimmerporphyrit u. f. w.

Die Porphyrite find außerordentlich häufige, meift erguß- oder lavaförmige Eruptivgefteine in den Schichten der Steinkohlenformation, des Rotliegenden und der Trias (Sachfen, Thüringen, Saar-Nahe-Gebiet u. f. w.). Ihre technifche Verwendung ift auf Straßenbaumaterial, vorwiegend auf Kleinfchlag, befchränkt. Zu Pflafterfteinen eignen fich nur einfprenglingreiche Gefteine. Zu Hochbauten werden poröfe Porphyrite höchftens für rauhes Mauerwerk gebraucht, da fie fchwer zu bearbeiten find. Als „Porfido rosso antico" wurde ein blutroter, weißgefleckter (Feldfpat), fchön politurfähiger Porphyrit von der Weftküfte des Roten Meeres am Djebel Dokhan im Altertum zu Luxusbauten und Denkmälern verwendet. „Porfido verde antico", oder Verde antico fchlechthin, ift ein olivengrüner Porphyrit mit eingefprengten weißen Feldfpaten; er ftammt aus dem Peloponnes (zwifchen Lebetfova und Marathonifi) und wurde ebenfalls zu antiken Denkmälern benutzt. *Leppla.*

Porphyroid, ein gefchiefertes oder gefchichtetes, in Grundmaffe und Einfprengling gegliedertes, aus Quarz und Feldfpat, auch Glimmer zufammengefetztes Geftein, alfo fcheinbar ein Eruptivgeftein in gefchichteter Form.

Die Porphyroide bilden wenig mächtige Einlagerungen in den älteften Schichtenreihen (Kambrium, Silur, Devon) und werden teils als mechanifch veränderte, geftreckte Eruptivgefteine (Granite, Porphyre, Arkefin-Hornblendegneis), teils als chemifch und mineralifch umgewandelte Tuffe von folchen, teils als normale Schichtgefteine (Tuffe) angefehen. Ihre Verwendung erftreckt fich nur auf Kleinfchlag für Straßenbau. Vorkommen im Harz, rheinifchen Schiefergebirge und in den Ardennen. *Leppla.*

Porphyrtuff, aus kleinftückigem oder feinkörnigem Zerreibfel von Porphyr beftehendes, gefchichtetes Geftein, häufig mit Quarz durchtränkt und verfeftigt (verkiefelt), von heller, weißer, grauer, gelber oder roter Farbe. *Leppla.*

Portal, die architektonifch reichausgeftattete Türöffnung eines öffentlichen Gebäudes, Palaftes oder einer Kirche.



Brauttüre an St. Sebald zu Nürnberg.

Bei letzteren liegt das Portal meiſt an der Weſtſeite und führt entweder direkt oder durch eine Vorhalle zum Mittelſchiff, auch durch ſeitlich gelegene Türen zu den Seitenſchiffen oder in das Querſchiff. Im ſpäten Mittelalter kamen 3—5 Portale nebeneinander vor. — Die Seitenwände der romaniſchen Portale waren breit eingeſchrägt und mit Säulen oder abwechſelnd mit Figuren geſchmückt, nach oben im Rund- oder Spitzbogen mit zwiſchenliegendem Bogenfeld und bekrönendem Giebel abgeſchloſſen. Die großen gotiſchen Portale haben Doppeltüren mit verziertem Mittelpfoſten, während das hohe Bogenfeld mit mehrfachen Reihen figurenreicher Reliefs geſchmückt erſcheint. Uebrigens ſchuf die ſpätere Zeit manche abweichende Motive, ſo am Dom in Regensburg, an der Marienkirche in Nürnberg u. ſ. w. Als Beiſpiel geben wir in der Figur S. 190 das Brauttor an St. Sebald in Nürnberg. *Weinbrenner.*

Portefeuillearbeit, Herſtellung von Gegenſtänden des täglichen Gebrauches, zum beſtändigen Mitführen in den Kleidertaſchen geeignet, meiſt aus lohgarem, weißgarem oder ſämiſchgarem Leder.

Die Fabrikation zeigt eine teilweiſe Vereinigung von Techniken des Buchbinder-, Täſchner- und Gürtlergewerbes. — Der Portefeuiller ſchneidet ſeine Lederſtücke genau nach ſorgfältig erprobten Pappenmuſtern zu. Er feuchtet das Leder, bearbeitet es mit dem Walgerholz und kleiſtert es auf der Fleiſchſeite, um ihm Stand und glatte Lage zu geben, er ſchärft es, indem er es auf einen Solnhofener Stein mit der Narbenſeite auflegt und, mit einem breiten Meſſer ſtoßend, die Subſtanz genau nach der Vorzeichnung bis auf eine dünne Membran wegnimmt. Sodann wird, falls das Leder dicker erſcheinen ſoll, weiches, ungeleimtes Papier in paſſender Größe aufgeklebt. Nach dem Trocknen zwiſchen Papptafeln legt man den Futterſtoff — dünnes Spaltleder oder Seidenſtoff —, genau geſchnitten, glatt auf und klebt ihn am Rande feſt. Dasſelbe geſchieht mit Taſchenfalten, Klappen u. ſ. w. Sodann wird eine Zinkblechtafel ſo aufgelegt, daß gerade der Einſchlag frei bleibt. Dieſer wird mit Kleiſter beſtrichen und ſauber herübergeſchlagen; mit dem Falzbein werden die durch Ecken und Kurven bedingten Fältchen verſtrichen, dann aber mit ſcharfem Meſſer die überſchüſſige Breite des Einſchlags bis auf höchſtens 5 mm mit ſicherem Schnitt auf der Blechunterlage abgetrennt. Nun zieht man das Blech vorſichtig weg und drückt den ſchmalen Einſchlag auf dem Futterſtoff und den angeſetzten Teilen feſt. Später werden noch eine Steppnaht über dieſe Teile hinweggeführt ſowie etwaige Schlöſſer angeſchlagen. — Gilt dieſes Verfahren im allgemeinen für die ſogenannte „weiche Arbeit“: Viſites, Brieftaſchen, Schreibmappen, Handſchuh- und Taſchentuchbehälter u. ſ. w., ſo werden dagegen die ſogenannten „Rahmenſachen“ über feſte Klötze geformt und nach dem Trocknen und Schneiden in Bügel eingenietet oder in ſolchen von Rinnenform durch Miteinſtopfen von Schnüren befeſtigt. Zigarren- und Geldtaſchen, auch die mannigfachen Formen der Bügeltaſchen gehören hierher. — Hauptorte der Fabrikation ſind neben Wien und Paris beſonders Offenbach a. M., Berlin und Nürnberg.

Literatur: Zeitſchr. f. die Portefeuille-, Leder- u. ſ. w. -branche, Leipzig-Gohlis (10 Jahrgänge); Adam, Lehr- und Handbuch der Buchbinderei, Dresden 1886; Saalfeld, H., Leder und Lederwaren, Papierztg. 1897, Nr. 1 ff. *H. Saalfeld.*

Porteurleine, ein ſtarkes Tau oder eine Kette, mittels welcher der Anker unter dem Kranbalken zum Fallenlaſſen aufgehängt wird (ſ. Ankerlagerung).

Portikus, eine durch Säulenſtellung gebildete Vorhalle, auch eine ſäulengeſchmückte Durchgangshalle.

Portlandſtein oder -kalk, weiße und graue oolithiſche, harte (teilweiſe verkieſelte) Kalkſteine in der oberen Juraformation Englands (Dorſet-, Wilt-, Buckingham- und Oxfordſhire); ſie werden als Hochbaumaterial (St. Paul, Weſtminſter) in London viel verwendet. *Leppla.*

Porzellan, Porzellanerde, ſ. Tonwaren, Kaolin.

Porzellanknöpfe, aus gereinigtem Feldſpat und Knochenaſche beſtehende, unter Druck geformte Knöpfe, welche durch Zuſatz von Metalloxyden gefärbt und in Muffeln gebrannt werden. Vgl. Knopffabrikation.

Porzellanmalerei, entweder auf der Glaſur des bereits fertig gebrannten Porzellans ausgeführte und durch nochmaliges Brennen fixierte oder auch vor dem Glaſieren ausgeführte Malereien; im letzteren Falle werden Malerei und Glaſur zugleich gebrannt (Scharffeuerfarben). Hauptſitz der Porzellanmalerei: Berlin, Dresden, Gablonz a. N., Limoges, Sèvres, Petersburg und Wien.

Literatur: Strele-Tſcheuſchner, Handbuch der Porzellan- und Glasmalerei, 4. Aufl., Weimar 1883; Romanoff, Die Behandlung der Schmelzfarben, Berlin 1897; Klimke, Anleitung zur Malerei auf Porzellan und Glas, 6. Aufl., Leipzig 1903. *Dümmler.*

Poſamentierſtuhl, ſ. Bandſtuhl, Weberei.

Poſidonienſchiefer (Poſidonomyenſchiefer), 1. in der unteren Steinkohlenformation (Kulm) Weſtfalens dunkelgraue, feſte, dickſchiefrige Tonſchiefer; 2. in der unteren Juraformation (Lias) dunkelgraue bis ſchwarze, dünngeſchichtete, blätterige, bituminöſe Schiefertone und Mergel, welche zu einem zähen Letten verwittern und ſehr wenig durchläſſig ſind. Bei ſtärkerem Gehalt an Bitumen werden Aſphalt und ähnliche natürliche Kohlenwaſſerſtoffe daraus gewonnen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Positionslaternen, Schiffslaternen, welche bei Nacht die Fahrtrichtung eines Schiffes angeben und gemäß dem Straßenrecht auf See nach bestimmten Vorschriften gefahren werden müssen.

Segelschiffe führen auf Steuerbordseite ein grünes Licht, auf Backbordseite ein rotes. Diese Laternen müssen an der Binnenbordseite mit Schirmen von mindestens 1 m Länge versehen sein, so daß die Lichter nicht über den Bug hinweg leuchten. Dampfschiffe führen außerdem an oder vor dem Fockmast noch ein helles weißes Licht ohne Schirme. Dampfer, welche ein Schiff im Schlepp haben, müssen über dem weißen Licht in 2 m Entfernung noch ein zweites weißes Licht fahren.

Literatur: Dick und Kretschmer, Handbuch der Seemannschaft, Berlin 1902; Verordnung zur Verhütung des Zusammenstoßens der Schiffe auf See vom 9. Mai 1897. *T. Schwarz.*

Positionswinkel, in der Geodäsie, der Winkel, den zwei Ziellinien in der durch beide gegebenen Ebene miteinander einschließen. Mit Spiegel- und Prismeninstrumenten (s. d.) erhält man stets Positionswinkel.

Dies gilt selbstverständlich auch für die Instrumente mit festen Spiegel- oder Prismenwinkeln zum Abstecken der Winkel von 90°, 180° (und allenfalls 45°) bei Kleinaufnahmen, nur legt man hier sogleich beim Gebrauch des Instruments die Ebene des Positionswinkels horizontal, so daß man unmittelbar die genannten Horizontalwinkel absteckt. Beim Gebrauch von Reflexionsinstrumenten zur Höhenwinkelmessung liegt die Ebene des Positionswinkels vertikal; man mißt den Winkel zwischen einem Punkt und seinem Spiegelbild in einer horizontalen Spiegelebene, also das Doppelte des Höhenwinkels. Wenn dagegen ein mit diesen Instrumenten gemessener Positionswinkel zwischen zwei terrestrischen Zielpunkten für Lagemessungen in Betracht kommen soll, so ist der Positionswinkel auf den Horizont zu reduzieren, d. h. der ihm entsprechende Horizontalwinkel zu berechnen. Dazu braucht man noch die Höhenwinkel h_1 und h_2 nach den beiden Zielpunkten P_1 und P_2, zwischen denen der Positionswinkel α gemessen ist. Mit $s = {}^1/_2(\alpha + h_1 + h_2)$ wird für diesen Horizontalwinkel α_1 zwischen P_1 und P_2

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s-h_1)\sin(s-h_2)}{\cos s \cos(s-\alpha)}}.$$

Sind h_1 und h_2 nicht groß (nicht über 2—3°), so ist, wenn beide in $'$ und der Unterschied zwischen α_1 und α in $''$ genommen werden,

$$(\alpha-\alpha_1)'' = \left\{\left(\frac{h_1-h_2}{2}\right)^2 \operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2} - \left(\frac{h_1+h_2}{2}\right)^2 \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\right\}\cdot\frac{60''}{3437{,}75}$$

$$= 0{,}01745\left\{\left(\frac{h_1-h_2}{2}\right)^2 \operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2} - \left(\frac{h_1+h_2}{2}\right)^2 \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\right\}.$$

Wenn die Zielpunkte nicht so weit entfernt sind, daß bei der Genauigkeit, mit der man den gemessenen Winkel braucht, im Vergleich mit diesen Entfernungen die Abmessungen des Sextanten völlig verschwinden (z. B. Ablesung auf $1'$ an einem Dosensextanten von 8 cm Durchmesser bei Zielungen auf mehrere Kilometer), so kommt zu der angegebenen Reduktion noch eine parallaktische Reduktion; doch sind die Fälle, in denen diese vernachlässigt werden kann, für die terrestrische Sextantenmessung die wichtigsten, so daß der Verweis auf [1] oder [2] genügt. Für geodätischen Gebrauch auf dem festen Land sind nämlich Spiegel- und Prismeninstrumente immer unwichtiger geworden; um so unentbehrlicher sind sie in der Nautik (abgesehen von ihrer Verwendung in der astronomischen Navigation auch bei terrestrischer Winkelmessung von Schiffen aus bei Küstenaufnahmen, Positionsbestimmung des Schiffs in der Nähe der Küste durch Anzielen von Landsignalen u. s. w.).

In der Astronomie nennt man Positionswinkel die Winkel, die der Großkreisbogen zwischen zwei Punkten an der Sphäre, z. B. zwischen zwei Sternen, mit den Deklinationskreisen dieser Punkte einschließt. Stets wird dabei der Positionswinkel vom Nordzweig des durch den Punkt gehenden Deklinationskreises als Nullrichtung in der Richtung der wachsenden Rektaszensionen von 0—360° gezählt. Zur Messung der Positionswinkel dient das Positionsmikrometer (Fadenmikrometer mit Positionskreis, das Heliometer oder ähnliche Instrumente, die mit Positionskreisen versehen sind, bei parallaktisch aufgestelltem Fernrohr) [3].

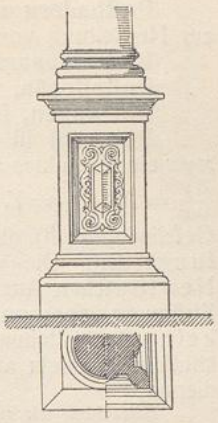
Literatur: [1] Jordan, Grundzüge der astronom. Orts- und Zeitbestimmung, Berlin 1885, S. 209/11. — [2] Wislicenus, Handbuch der geograph. Ortsbestimmung, Leipzig 1891, S. 97. — [3] Vgl. die Handbücher der sphärischen und praktischen Astronomie von L. Ambronn, Handb. der astronomischen Instrumentenkunde, Berlin 1898.

Positiv und Negativ. Bei der ursprünglichen Definition der Subtraktion muß der Minuendus größer als der Subtrahendus sein. Ist das Gegenteil der Fall, so entsteht eine Zahl, die nicht zu den gewöhnlichen, durch Abzählung zu erhaltenden Zahlen 1, 2, 3 ... gehört. Während daher die letzteren positiv genannt werden, heißen die erwähnten neuen Zahlen negativ.

Ist $a - b$ eine positive Zahl, so ist $b - a$ die zugehörige negative vom gleichen absoluten Wert; es ist ferner $(a - b) + (b - a) = 0$. Die negativen Zahlen können als Produkte der positiven mit der negativen Einheit angesehen werden. Von Positiv und Negativ redet man auch in der Geometrie überall da, wo entgegengesetzte Dinge in Betracht kommen; man nennt so z. B. die beiden Richtungen, in denen sich eine Gerade ins Unendliche erstreckt, ebenso die beiden Drehungssinne, in welchen die Bewegung einer Geraden um einen festen Punkt erfolgen kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] de Campon, Théorie des quantités négatives, Paris 1879. — [2] Franke, Die Lehre von den poſitiven und negativen Zahlen, Schleuſingen 1884. — [3] Kämmerer, Zur Theorie der Negativen und Imaginären, Sondershauſen 1891. — [4] Smolik, Begriff des Gegenſatzes zwiſchen poſitiven und negativen Größen, Budweis 1883. *Wölffing.*



Poſtament (Piedeſtal) bedeutet einen Unterſatz, auf welchem Säulen, Vaſen, Statuen u. dergl. ſtehen (ſ. die Figur).

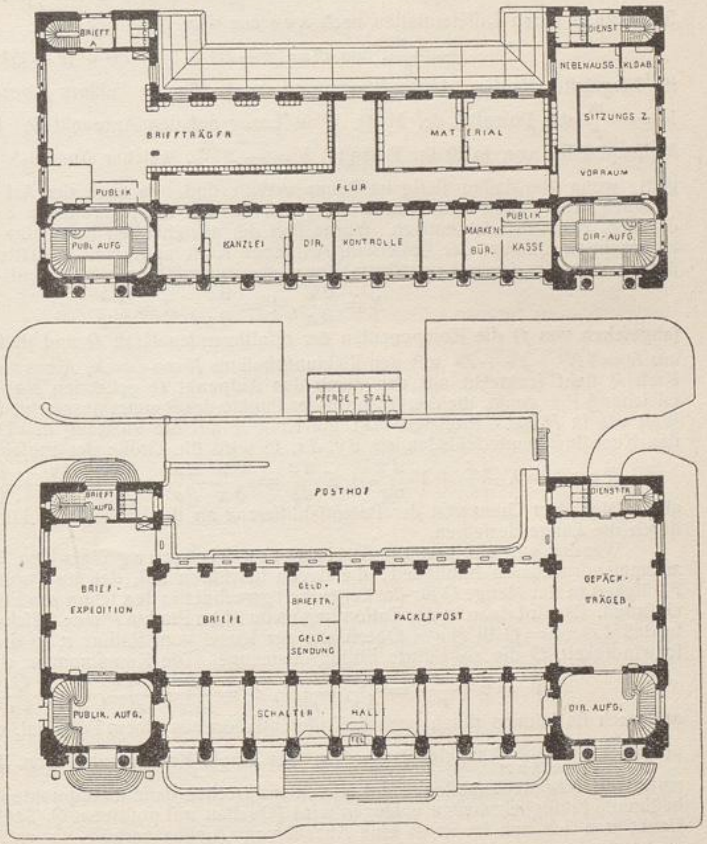
Die griechiſchen und vorgriechiſchen Säulen beſaßen keinen beſonderen Unterſatz; erſt im römiſchen Stil wurden die Säulen auf Poſtamente geſetzt, ein Gebrauch, der ſich bis in die moderne Zeit erhielt. Im allgemeinen beſteht das Säulenpoſtament aus einem würfelförmigen Körper, unten mit einem Fußgeſims, oben mit einem bekrönenden Glied. Die Detailformen richten ſich nach den einzelnen Stilarten. *Weinbrenner.*

Poſtbeförderung auf Eiſenbahnen, ſ. Eiſenbahnpoſtbeförderung.

Poſtdienſträume, ſ. Empfangsgebäude, Eiſenbahnpoſtbeförderung, Poſtgebäude.

Poſten, der zwiſchen den „Schlägen“ einer zu bearbeitenden Quaderſteinfläche rauh ſtehengebliebene Teil, der zunächſt mit dem Spitzeiſen, der Zweiſpitze oder dem Stockhammer abzuarbeiten iſt (ſ. Werkſteinbearbeitung). *L. v. Willmann.*

Poſtgebäude (Poſtamt, Poſthaus), in welchem der ſtaatliche Betrieb des Brief-, Geld-, Telegraphen- und Fernſprechverkehrs ſowie der Paketſendung, aber auch der Perſonenbeförderung vor ſich geht, wobei je nach den allgemeinen Verhältniſſen, der Größe, der Bevölkerungszahl u. ſ. w. die verſchiedenſten Räume erforderlich ſind.



Erdgeſchoß und erſtes Obergeſchoß des neuen eidgenöſſiſchen Poſtgebäudes zu Genf (Architekten: Gebr. Camoletti, Genf).

In einem Hauptgebäude ſind neben einer geräumigen und hellen Vorhalle die Arbeitsräume zur Annahme und Ausgabe für Briefe und Druckſachen, für Muſter, Geldſendungen und Paketbeförderung, ferner für den telegraphiſchen Verkehr oft getrennte Räume, ebenſo für das Fernſprechen Einzelkammern. Die Ausgabe der Briefe kann dadurch erleichtert werden, daß dem Empfänger ein geſondertes Fach zugewieſen iſt, das er von außen mittels Schlüſſels ſelbſt öffnet und entleert. Im Obergeſchoß ſind Dienſträume (vgl. die Figur) oder auch Dienſtwohnungen anzuordnen. Für die Perſonenbeförderung dient eine Poſthalterei mit Stallungen und offenem Wagenſchuppen zur Unterfahrt für Auf- und Abladen. Der Poſthof mit weiten Einfahrtstoren muß ſo geräumig ſein, daß die beſpannten Wagen bequem umgelenkt werden können. Auch iſt für die Möglichkeit der Wagenreinigung Vorſorge zu treffen. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Posthadern nennt man in manchen Papierfabriken die feinsten weißen, zur Herstellung von Postpapier verwendeten Hadern. *Kraft.*

Postierapparat, s. Tuchfabrikation.

Postpliocän, s. v. w. Pleistocän, s. Diluvium.

Postwagen, s. Eisenbahnwagen, Motorwagen.

Potential ist eine Funktion $V(x, y, z)$ des Ortes, d. h. der Koordinaten xyz eines Punktes P, deren partielle Differentialquotienten nach den Koordinaten $\frac{\partial V}{\partial x} = X$, $\frac{\partial V}{\partial y} = Y$, $\frac{\partial V}{\partial z} = Z$ die Komponenten einer gerichteten Größe (Kraft, Geschwindigkeit), die diesem Punkt P (Aufpunkt) zugewiesen ist, geben (s. Kräftefunktion). Die wichtigsten Potentiale sind das Potential einer nach dem Newtonschen Anziehungsgesetz wirkenden Kraft und der zu der stationären Strömung einer unzusammendrückbaren Flüssigkeit gehörigen Geschwindigkeit. Beide stehen in engstem Zusammenhang miteinander; sie werden durch ähnliche Formeln ausgedrückt und können zur gegenseitigen Veranschaulichung dienen.

Betrachten wir zuerst eine im Punkt $M(\xi, \eta, \zeta)$ gelegene punktförmige Masse m, so ist deren Wirkung auf eine im Aufpunkte P befindliche Masse „Eins" durch die in der Verbindungslinie MP wirkende Kraft $-\frac{mf}{r^2}$, wo f eine von den gewählten Einheiten abhängige Konstante bedeutet. Die Komponenten dieser Kraft sind

$$X = -\frac{mf}{r^3}(x-\xi),\quad Y = -\frac{mf}{r^3}(y-\eta),\quad Z = -\frac{mf}{r^3}(z-\zeta).$$

Sie können durch Differentiation nach xyz aus dem Ausdruck

$$-\frac{fm}{r},\quad \text{wo } r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2$$

ist, hergeleitet werden. Unter Weglassung des konstanten Faktors f bezeichnet man daher mit $V = -\frac{m}{r}$ das Potential der Masse M in bezug auf den Aufpunkt P. Liegt eine Anzahl von Massenpunkten vor, so ist ihr Potential $V = -\Sigma\frac{m}{r}$, welcher Ausdruck in $V = -\int\frac{dm}{r}$ übergeht, wenn die Massen stetig im Raum verteilt sind. Je nach der Art dieser Verteilung, ob räumlich, flächenhaft oder linienförmig, ist das auf die Koordinaten $\xi\eta\zeta$ bezügliche Integral dreifach, zweifach oder einfach. Würde statt der anziehenden Kraft eine abstoßende, nach dem umgekehrten Quadrat der Entfernung wirkende Kraft auftreten, so hätte man die betreffenden Massen m bezw. dm mit negativem Vorzeichen einzuführen. Stets sind dann

$$X = \frac{\partial V}{\partial x},\quad Y = \frac{\partial V}{\partial y},\quad Z = \frac{\partial V}{\partial z}$$

(abgesehen von f) die Komponenten der resultierenden Kraft R und diese selbst berechnet sich aus $R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ mit den Richtungskosinus $R\cos\alpha = X$, $R\cos\beta = Y$, $R\cos\gamma = Z$. Die Kraft R steht senkrecht auf der durch den Aufpunkt P gehenden Niveaufläche von der Gleichung $V = \text{const}$, die den Inbegriff der Punkte des Raumes ausmacht, für die V den gleichen Wert wie in P hat. Projiziert man die Kraft R auf die Richtung des Linienelementes ds mit den Koordinatenunterschieden dx, dy, dz, so wird die Größe der Projektion

$$R\cos\vartheta = X\frac{dx}{ds} + Y\frac{dy}{ds} + Z\frac{dz}{ds} = \frac{\partial V}{\partial x}\frac{dx}{ds} + \frac{\partial V}{\partial y}\frac{dy}{ds} + \frac{\partial V}{\partial z}\frac{dz}{ds} = \frac{dV}{ds},$$

also gleich dem Grenzwert der Potentialdifferenz an den Enden des Linienelementes dividiert durch die Länge desselben.

Wenden wir uns nun zur stationären Strömung einer den Raum erfüllenden, unzusammendrückbaren Flüssigkeit, die davon herrühren soll, daß im Punkte $M(\xi, \eta, \zeta)$ dauernd Flüssigkeit in der Menge Q für die Zeiteinheit gerechnet in den schon von Flüssigkeit erfüllten Raum einströmt. Es wird dann in der Entfernung r von M im Punkte P eine Geschwindigkeit v herrschen, so daß $4r^2\pi v = Q$ ist ($4r^2\pi$ Oberfläche der Kugel vom Radius r, v die dazu senkrechte Geschwindigkeit, Q die abgeführte Flüssigkeitsmenge). Die Komponenten v_1, v_2, v_3 von v sind

$$v_1 = v\frac{x-\xi}{r} = \frac{Q}{4\pi}\frac{x-\xi}{r^3},\quad v_2 = \frac{Q}{4\pi}\frac{y-\eta}{r^3},\quad v_3 = \frac{Q}{4\pi}\frac{z-\zeta}{r^3}$$

und auch sie können durch partielle Differentiation aus einem Potential, dem Geschwindigkeitspotential $V = \frac{Q}{4\pi r}$ abgeleitet werden, das einem Kraftpotential von der Masse $m = -\frac{Q}{4\pi}$ entspricht. Negativen (abstoßenden) Massen entsprechen dann Raumpunkte M, denen dauernd eine bestimmte Flüssigkeitsmenge entzogen wird (Quellen mit positivem Q, Senken mit negativem Q). Denkt man sich nun im Raum eine Anzahl von Quellen verteilt, so entsteht ein Geschwindigkeitspotential $V = \Sigma\frac{Q}{4\pi r}$, dessen Differentialquotienten die Geschwindigkeitskomponenten der den verschiedenen Quellen und Senken entsprechenden Gesamtströmung der Flüssigkeit ergeben. Sind die Quellen und Senken stetig im Raum verteilt, so wird das Geschwindigkeitspotential durch Integration über den von Quellen oder Senken erfüllten Raum gefunden:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$V = \frac{1}{4\pi}\int \frac{dQ}{r}$; dQ ist dabei die in ein Raumelement $d\tau$ sekundlich eingeführte Flüssigkeitsmenge. Setzt man $dQ = q\,d\tau$, so ist q ein Analogon zur Dichte einer Massenverteilung und heißt Divergenz der Strömung; sie ist überall Null, wo Flüssigkeit von außen her in den Raum weder zu- noch abgeführt wird. Es besteht die Beziehung $dQ = q\,d\tau = -4\pi\,dm = -4\pi\varrho\,d\tau$, wo ϱ die Dichte der entsprechenden Massenverteilung ist, daher $q = -4\pi\varrho$. Beim Kraftpotential heißen die Kurven, deren Richtung in jedem Raumpunkte die Kraftrichtung angibt, Kraftlinien, beim Geschwindigkeitspotential die analogen Kurven in Richtung der Strömungsgeschwindigkeit Strömungslinien. Erstere gehen von den Massenpunkten aus und verbinden positive und negative Massen miteinander, letztere gehen von den Quellen aus und verlaufen gegen die Senken zu. Beide stehen senkrecht zu den Niveauflächen und genügen dem Gleichungssystem

$$dx : dy : dz = \frac{\partial V}{\partial x} : \frac{\partial V}{\partial y} : \frac{\partial V}{\partial z}.$$

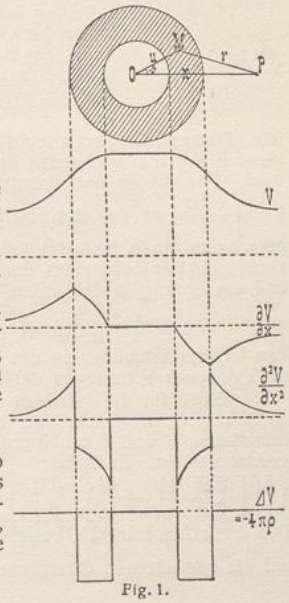


Fig. 1.

Legt man durch die Punkte einer unendlich kleinen geschlossenen Kurve Kraft- oder Strömungslinien, so entsteht ein röhrenförmiges Gebilde (Kraft- oder Stromröhre). In dem Teil des Raumes, der keine Massen enthält bezw. keine Flüssigkeit von außen zugeführt erhält, strömt durch alle Querschnitte der Röhre die gleiche Flüssigkeitsmenge. Die Röhre beginnt an einer Quelle (positiven Masse) und endet an einer Senke (negativen Masse). Das konstante Produkt aus Strömungsgeschwindigkeit (Kraft) mal Röhrenquerschnitt heißt Ergiebigkeit (Intensität) der Röhre. Man denkt sich den quellen(massen-)freien Raum in Röhren von gleicher Ergiebigkeit zerlegt und bemißt die durch eine geschlossene Kurve gehende (Kraft-)Strömung nach der Zahl der durch sie hindurchgehenden Röhren von der Ergiebigkeit Eins, die ein für allemal definiert wird (Kraft-, Stromlinienzahl). Von größter Bedeutung für die Potentialtheorie ist der Laplacesche Ausdruck

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}.$$

Wird dieser mit dem Raumelement $dx\,dy\,dz$ multipliziert, so gibt er die infolge der Strömung durch die Wandungen des Raumelementes sekundlich mehr aus- als eintretende Flüssigkeitsmenge. An den Stellen, wo keine Quellen vorhanden sind, ist er notwendig Null; für diese gilt demnach die Laplacesche Differentialgleichung des Potentials

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

Beim Kraftpotential gilt sie für jene Stellen des Raumes, wo keine Massen vorkommen. An den Stellen, wo Quellen vorhanden sind, ist der mit $dx\,dy\,dz$ multiplizierte Ausdruck ΔV gleich der Ergiebigkeit der Quellen im Raumelement, also gleich $q\,dx\,dy\,dz$, woraus die Gleichung folgt

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = q$$

oder für das Kraftpotential, für das $q = -4\pi\varrho$ zu setzen ist

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -4\pi\varrho. \quad \text{Gleichung von Poisson.}$$

Beispiel: Potential einer Hohlkugel von konstanter Dichte. Diese sei von konzentrischen Kugeln von den Radien a und b begrenzt. Führen wir räumliche Polarkoordinaten u, ϑ, φ um den gemeinsamen Mittelpunkt 0 ein, deren Polarachse OP ist (s. Fig. 1), so wird

$$V = \iiint \varrho \frac{2\pi u \sin\vartheta\,du\,u\,d\vartheta}{r} = 2\pi\varrho \iint \frac{u^2 \sin\vartheta\,du\,d\vartheta}{r},$$

wobei $r^2 = u^2 + x^2 - 2ux\cos\vartheta$ wird, also $r\,dr = xu\sin\vartheta\,d\vartheta$ ist, und wenn man u konstant setzt, erhält man

$$V = \frac{2\pi\varrho}{x}\iint u\,du\,dr.$$

Jetzt sind drei Fälle zu unterscheiden, je nachdem P außerhalb der Kugel, in der Wandung derselben oder im inneren Hohlraum gelegen ist. Im ersten Falle sind die Integrationsgrenzen für r $x-u$ und $x+u$, und es wird

$$V = \frac{4\pi\varrho}{x}\int_a^b u^2\,du = \frac{4\pi\varrho}{3x}(b^3 - a^3) = \frac{m}{x},$$

wenn m die Gesamtmasse der Hohlkugel bedeutet. In dem äußeren Raume wirkt daher die Hohlkugel genau wie eine im Mittelpunkt konzentrierte Masse von gleicher Größe. Im dritten Falle, wo der Aufpunkt im inneren Hohlraum gelegen ist, sind die Integrationsgrenzen für r $u-x$ und $u+x$. Es wird dann $V = 4\pi\varrho\int_a^b u\,du = 2\pi\varrho(b^2 - a^2)$, also ganz unabhängig von der Lage des Aufpunktes im Hohlraum, in dem dann keinerlei anziehende Kraft mehr wirkt. Im zweiten Fall, wo der Aufpunkt in der Wandung liegt, zerlegt man die Massen durch eine Kugel vom Radius x in zwei Teile; der innere Teil hat das Potential $\frac{4\pi\varrho}{3x}(x^3 - a^3)$, der äußere $2\pi\varrho(b^2 - x^2)$, so daß $V = \frac{4\pi\varrho}{3x}(x^3 - a^3) + 2\pi\varrho(b^2 - x^2) = 2\pi\varrho(b^2 - {}^1/_3\,x^2 - {}^2/_3\frac{a^3}{x})$ wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 2 gibt den Verlauf von V, $\frac{\partial V}{\partial x}$ (wirkende Kraft) und $\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}$ als Funktion von x an. Erstere verläuft beim Uebergang in den mit Masse erfüllten Raum noch stetig, $\frac{\partial V}{\partial x}$ zeigt bereits einen Knick, $\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}$ aber einen Sprung. Diese Verhältnisse sind typisch für das Verhalten eines Potentials und seiner Differentialquotienten an der Grenze der Massenerfüllung (Fig. 1).

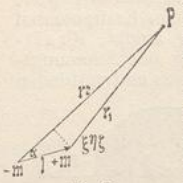


Fig. 2.

Mittels des Poissonschen Satzes $\Delta V = -4\pi\varrho$ kann man die Dichte einer sonst nicht faßbaren Masse (z. B. elektrischer Massen) aus ihrer Kräfteäußerung bestimmen. Hat man z. B. elektrische Massen in einem isolierten Leiter im Gleichgewicht, so darf von den elektrischen Massen auf keinen Punkt des Innern des Leiters eine resultierende Kraft ausgeübt werden, da sich sonst die dort vorhandene Elektrizität bewegen würde; es muß also dort überall

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{\partial V}{\partial z} = 0$$

sein. Daraus folgt aber alsbald $\Delta V = 0$ und dann $\varrho = 0$, so daß im Innern des Leiters überhaupt keine Elektrizität vorhanden ist, sondern diese auf die Grenzfläche gegen den Isolator gedrängt wird. Für die so entstehenden flächenhaften Massenverteilungen ist das Potential $V = \int \frac{\varrho\, dw}{l}$, wo dw das Flächenelement, ϱ die Flächendichte, d. h. die auf die Flächeneinheit gerechnete Masse bedeutet. Für diese Potentiale einer Flächenbelegung besteht bereits beim Durchgang des Aufpunktes durch die mit Masse belegte Fläche ein Knick in den Potentialwerten und ein Sprung in den ersten Differentialquotienten. Es besteht dabei die Beziehung

$$\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_+ - \left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_- = -4\pi\varrho,$$ wobei $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_+$ und $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_-$

den Differentialquotienten des Potentials in demselben Punkt der belegten Fläche aber nach verschiedenen Richtungen der Flächennormalen und ϱ die Flächendichte bezeichnen.

Einen für die gesamten Anwendungen des Potentials wichtigen Satz hat Green schon 1828 aufgestellt. Dieser Satz ist zunächst rein analytischer Natur und bezieht sich auf zwei Funktionen U und V der Koordinaten, deren erste und zweite Differentialquotienten stetig vorausgesetzt werden. Er lautet:

$$\iiint \left[\frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial V}{\partial z}\right] dx\, dy\, dz = -\iint U \frac{\partial V}{\partial n}\, dw - \iiint U \Delta V\, dx\, dy\, dz.$$

Die dreifachen Integrale beziehen sich dabei auf einen begrenzten Raum und das Doppelintegral auf die begrenzende Oberfläche, deren Element dw ist. $\frac{\partial V}{\partial n}$ ist der Differentialquotient nach der inneren Normale dieser Oberfläche und $\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}$. Vertauscht man in dem Satze U und V und subtrahiert man die neue Formel von der ursprünglichen, so erhält der Greensche Satz die Gestalt

$$\iiint (U\Delta V - V\Delta U)\, dx\, dy\, dz + \iint \left(U\frac{\partial V}{\partial n} - V\frac{\partial U}{\partial n}\right) dw = 0$$

und dient zur Ueberführung eines Raumintegrals in ein Flächenintegral. Setzt man speziell $U = 1$, also $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ und $\Delta U = 0$, so erhält man den Gaußschen Satz

$$\iiint \Delta V\, dx\, dy\, dz + \iint \frac{\partial V}{\partial n}\, dw = 0,$$

der unter der Voraussetzung eines Geschwindigkeitspotentials eine einfache Deutung zuläßt. Das dreifache Integral über die Divergenz gibt die dem Raum in den einzelnen Volumelementen von außen sekundlich zugeführte Flüssigkeitsmenge, das negative Doppelintegral die durch die begrenzende Oberfläche abgeführte Flüssigkeitsmenge. Die Summe beider ist im stationären Zustande Null. Auf eine Strom-(Kraft-)röhre, die durch quellen- bezw. massefreien Raum läuft, angewendet, sagt der Satz aus, daß die Differenz der Ergiebigkeit der Röhre (Produkt aus Querschnitt mal Geschwindigkeit bezw. Kraft) an zwei Querschnitten gleich der Summe der zwischen den Querschnitten innerhalb der Röhre befindlichen Quellen bezw. Massen ist.

Potential eines magnetischen Moleküles, eines Magneten und einer magnetischen Schale (Doppelschicht). Das Potential zweier nebeneinander liegender Massen $\pm m$ von gleicher Größe, aber entgegengesetztem Vorzeichen ist

$$\varphi = \frac{m}{r_1} - \frac{m}{r_2} = \frac{m}{r_1 r_2}(r_2 - r_1).$$

Wird die kleine Entfernung (Fig. 2) der Massen mit l und der Winkel, den sie mit r_2 einschließt, mit α bezeichnet, so ergibt sich $r_2 - r_1 = l\cos\alpha$ und $\varphi = \frac{lm}{r_1 r_2}\cos\alpha$. Läßt man nun l gegen Null abnehmen und m gleichzeitig so wachsen, daß $lm = \mu$ endlich bleibt, so wird $r_1 = r_2 = r$, und man hat $\varphi = \frac{\mu}{r_2}\cos\alpha$. Die Größe μ bezeichnet man als Moment des Moleküles, und man faßt sie als gerichtete Größe auf, indem man ihr die Richtung der Verbindungslinie $+m$, $-m$ zuteilt. μ_x, μ_y, μ_z seien ihre Komponenten nach den Koordinatenachsen; ist dann ξ, η, ζ der Ort des Moleküles, so wird dessen Potential

$$\varphi = \frac{\mu_x(x-\xi) + \mu_y(y-\eta) + \mu_z(z-\zeta)}{r^3}.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Iſt ein Raum mit magnetiſchen Molekülen von veränderlichem Moment erfüllt, ſo ſeien nun $\mu_x\,d\xi\,d\eta\,d\zeta$, $\mu_y\,d\xi\,d\eta\,d\zeta$, $\mu_z\,d\xi\,d\eta\,d\zeta$ die Komponenten des Momentes der im Raumelement $d\xi\,d\eta\,d\zeta$ enthaltenen Moleküle, dann gibt das dreifache Integral

$$\Phi=\iiint\frac{\mu_x(x-\xi)+\mu_y(y-\eta)+\mu_z(z-\zeta)}{r^3}\,d\xi\,d\eta\,d\zeta$$

das Potential dieſes Magneten. Werden die magnetiſchen Moleküle über eine Fläche ausgebreitet und ihre Achſen überall ſenkrecht zu der Fläche gerichtet, ſo entſteht eine magnetiſche Doppelſchicht. Ihr Potential wird $\Phi=\iint\mu\frac{\cos\vartheta}{r^2}\,df$, wo μ das magnetiſche Moment und ϑ der Winkel zwiſchen der Normalen und der Richtung zum Aufpunkt iſt. Setzt man $\frac{\cos\vartheta}{r^2}\,df=df_1$, ſo ſtellt df_1 das auf eine Kugel vom Radius Eins um den Aufpunkt projizierte Flächenelement df dar. Iſt μ konſtant, ſo wird das Potential einer ſolchen homogenen berandeten Doppelſchicht gleich μ mal dem Flächeninhalt der Projektion der Doppelſchicht auf eine um den Aufpunkt geſchlagene Kugel vom Radius Eins.

Potential zweier Maſſenſyſteme; Selbſtpotential. Vom Potential eines Maſſenſyſtems M kann man zu dem Potential zweier Maſſenſyſteme M, M' in der Weiſe übergehen, daß man den Aufpunkt des Maſſenſyſtems M der Reihe nach mit den Maſſenpunkten des Syſtems M' zuſammenfallen läßt, das jeweilige Potential von M mit der Maſſe des betreffenden Punktes von M' multipliziert und ſämtliche Produkte addiert. Die entſtehende Doppelſumme $\Sigma\Sigma\frac{mm'}{r}$, wo r die Entfernung zweier Maſſen beiderlei Syſteme iſt, heißt das gegenſeitige Potential der beiden Maſſenſyſteme aufeinander. In ähnlicher Weiſe kann man auch das Potential eines Maſſenſyſtems M auf ſich ſelbſt bilden, wobei nur der Faktor $1/2$ vor die Doppelſumme tritt. Die Bedeutung dieſer Potentiale beruht darin, daß ihre Aenderung bei Aenderung der Stellung der Maſſenſyſteme gegeneinander oder eines Maſſenſyſtems in ſich ſelbſt den hierzu nötigen Arbeitsaufwand darſtellt.

Logarithmiſches Potential. Der für den Raum gültigen Potentialtheorie der Kräfte, die nach dem umgekehrten Quadrat der Entfernung wirken, läßt ſich eine auf die Ebene bezügliche an die Seite ſtellen, bei der die Wirkung der Kräfte umgekehrt proportional der Entfernung ſelbſt, alſo $\frac{fm}{r}$ angenommen werden. Zu ſolchen Kräften gehört ein logarithmiſches Potential $V=\int l\left(\frac{1}{r}\right)dm=\iint\varrho\,l\left(\frac{1}{r}\right)dx\,dy$, wobei das Zeichen l den natürlichen Logarithmus bedeutet. C. Neumann hat die Analogien dieſes logarithmiſchen Potentials mit dem Newtonſchen entwickelt. Seine Hauptanwendung findet es in der Theorie der Funktionen einer komplexen Variabeln.

Wirbelfelder. Die Kraftverteilungen, die von einem Potential ableitbar ſind, haben die Eigenſchaft, daß die Elementararbeit dA der Kraft XYZ bei Verſchiebung des Aufpunktes um $dx\,dy\,dz$ gleich der Potentialdifferenz, alſo

$$dA=X\,dx+Y\,dy+Z\,dz=\frac{\partial V}{\partial x}\,dx+\frac{\partial V}{\partial y}\,dy+\frac{\partial V}{\partial z}\,dz=dV$$

iſt. Hieraus folgt alsbald, daß die Arbeit für einen endlichen Weg des Aufpunktes gleich der Potentialdifferenz an den Enden des Weges und für einen geſchloſſenen Weg gleich Null iſt. Es finden ferner die Gleichungen

$$\frac{\partial Y}{\partial z}=\frac{\partial Z}{\partial y}=\frac{\partial^2 V}{\partial y\,\partial z},\quad \frac{\partial Z}{\partial x}=\frac{\partial X}{\partial z}=\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial z},\quad \frac{\partial X}{\partial y}=\frac{\partial Y}{\partial x}=\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial y}$$

ſtatt. Für eine allgemeine Kraftverteilung, die nicht von einem Potential ableitbar iſt, ſind die Größen

$$\frac{\partial Z}{\partial y}-\frac{\partial Y}{\partial z}=W_1,\quad \frac{\partial X}{\partial z}-\frac{\partial Z}{\partial x}=W_2,\quad \frac{\partial Y}{\partial x}-\frac{\partial X}{\partial y}=W_3$$

nicht gleich Null und werden als Komponenten einer dem Aufpunkt zugeteilten gerichteten Größe (W) aufgefaßt, die Wirbel, Curl (Maxwell) oder Rotation der Kraft- oder Geſchwindigkeitsverteilung heißt. Bei dieſer Verteilung iſt die Arbeit für einen geſchloſſenen Weg des Aufpunktes nicht gleich Null; ſie kann jedoch für einen unendlich kleinen geſchloſſenen Weg, der eine Fläche df umſchließt, leicht mittels der Größe W ausgedrückt werden. Es iſt nämlich (wie hier nicht bewieſen werden ſoll) $dA=df\,W\cos\vartheta$, wo ϑ den Winkel zwiſchen der Richtung von W und der zu dem Umlaufſinn von df gehörigen poſitiven Normalenrichtung von df bedeutet (Fig. 3). Damit läßt ſich die Arbeit A bei einem endlichen geſchloſſenen Weg des Aufpunktes ausdrücken. Man legt durch dieſen Weg eine beliebige zuſammenhängende Fläche (Fig. 4), die von ihm berandet wird, und teilt dieſe in unendlich kleine Elemente df, auf deren Begrenzung man den Umlaufſinn des Aufpunktes überträgt. Nun iſt die Arbeit des Aufpunktes über die Berandung der Fläche gleich der Summe der Arbeiten über die Begrenzungen der Flächenelemente df. Da nämlich alle inneren Begrenzungslinien doppelt im entgegengeſetzten

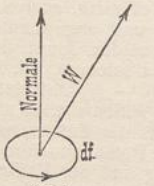


Fig. 3.

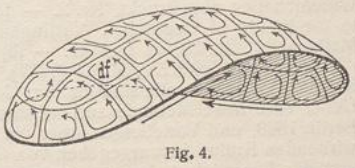


Fig. 4.

Sinn durchlaufen werden, so heben sich die zugehörigen Arbeiten auf, und es bleiben nur jene für die Randkurve übrig. In Formeln umgesetzt liefert diese Betrachtung den Satz von Stockes

$$A = \int (X\,dx + Y\,dy + Z\,dz) = \int\int (W\,df\cos\vartheta) = \int\int (W_1\,dy\,dz + W_2\,dz\,dx + W_3\,dx\,dy),$$

wobei sich das einfache Integral auf die Berandung, das Doppelintegral auf die Oberfläche der berandeten Fläche bezieht.

Das Vektorpotential. In einer Kraft-(Geschwindigkeits-)verteilung, die nicht von einem Potential ableitbar ist, demnach auch nicht bloß von anziehenden und abstoßenden Massen herrührt, gehört zu jedem Punkt eine gerichtete Größe der Wirbel. Diese Wirbel kann man nun wieder wie eine Kraftverteilung behandeln und Linien ziehen, die überall der Richtung des Wirbels folgen und daher Wirbellinien heißen. Ihre Differentialgleichungen sind

$$dx : dy : dz = W_1 : W_2 : W_3 = \left(\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z}\right) : \left(\frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x}\right) : \left(\frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y}\right).$$

Faßt man die Wirbelverteilung als Geschwindigkeitsverteilung auf, so hat die zugehörige Strömung, wie aus dem Stockesschen Satz geschlossen wird, weder Quellen noch Senken, sondern überall die Divergenz Null. Die Wirbellinien laufen daher (im Gegensatz zu den Kraftlinien) immer in sich selbst zurück und sind geschlossen. Die aus ihnen gebildeten Wirbelröhren haben längs der ganzen Erstreckung konstantes Moment (gleich Produkt aus Querschnitt mal W). Man kann nun versuchen, eine gegebene Kraftverteilung als Wirbelverteilung einer neuen Kraftverteilung $U_1\,U_2\,U_3$ aufzufassen, was allerdings nur dann geht, wenn die gegebene Kraftverteilung ohne Quellen und Senken ist. Die neue Kraftverteilung heißt dann Vektorpotential der gegebenen, und es besteht der Zusammenhang

$$X = \frac{\partial U_3}{\partial y} - \frac{\partial U_2}{\partial z},\quad Y = \frac{\partial U_1}{\partial z} - \frac{\partial U_3}{\partial x},\quad Z = \frac{\partial U_2}{\partial x} - \frac{\partial U_1}{\partial y}.$$

Sind noch Quellen und Senken bezw. anrichtende Massen vorhanden, so tritt zu dem Vektorpotential noch ein gewöhnliches, von den Massen herrührendes Potential V, und es wird

$$X = \frac{\partial U_3}{\partial y} - \frac{\partial U_2}{\partial z} + \frac{\partial V}{\partial x},\quad Y = \frac{\partial U_1}{\partial z} - \frac{\partial U_3}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y},\quad Z = \frac{\partial U_2}{\partial x} - \frac{\partial U_1}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial z}.$$

Sowie das Potential V als Integral über die Massen $V = \iiint \frac{\varrho\,dx\,dy\,dz}{r}$, so lassen sich die Komponenten des Vektorpotentials als Integrale über die Wirbel der gegebenen Kraftverteilung schreiben wie folgt:

$$U_1 = \iiint \frac{W_1}{r}\,dx\,dy\,dz,\quad U_2 = \iiint \frac{W_2}{r}\,dx\,dy\,dz,\quad U_3 = \iiint \frac{W_3}{r}\,dx\,dy\,dz.$$

Ist der Wirbel auf eine einzige Röhre von verschwindendem Querschnitt beschränkt, wie z. B. in einem geschlossenen drahtförmigen Stromleiter, so gehen die dreifachen Integrale in einfache, längs der Achse des Leiters erstreckte Integrale über, und die Komponenten des Vektorpotentials einer Strombahn werden

$$U_1 = J\int \frac{d\xi}{r},\quad U_2 = J\int \frac{d\eta}{r},\quad U_3 = J\int \frac{d\zeta}{r},$$

wobei J die Stromstärke (gleich Moment der Wirbelröhre) bedeutet. Ist ein zweiter Leiter mit der Stromstärke J' vorhanden und sind die Koordinaten eines Punktes desselben $\xi'\,\eta'\,\zeta'$, so kann man aus beiden Leitern das elektrodynamische Potential zweier Ströme ableiten

$$E = JJ'\iint \frac{d\xi\,d\xi' + d\eta\,d\eta' + d\zeta\,d\zeta'}{r},$$

wo sich das Doppelintegral auf die Elemente beider Strombahnen erstreckt und r den Abstand zweier solcher Elemente bedeutet. Das Doppelintegral für sich heißt der wechselseitige Induktionskoeffizient beider Leiter. Es kann als die Flüssigkeitsmenge gedeutet werden, die ein Wirbel von der Intensität Eins, der in der einen Strombahn wirkt, sekundlich durch den Umkreis der andern hindurchschickt. Aus der Aenderung des elektrodynamischen Potentials bei Verschiebung der Strombahnen gegeneinander ergibt sich die hierzu nötige Arbeit und damit die ponderomotorische Wirkung der Strombahnen aufeinander.

Literatur: [1] Lagrange, Remarques générales sur le mouvement de plusieurs corps, qui s'attirent en raison inverse des carrés des distances. Nouveaux mém. de l'Académie de Berlin, 1773 und 1777. — [2] Laplace, Théorie des attractions des sphéroides. Mém. de l'Académie des sciences 1782 und Mécanique céleste, III, 1. Kap. — [3] Gauß, Theoria attractionis corporum sphaeroidicorum ellipticorum homogeneorum methodo nova tractata. Comentt. Goetting. recent., Bd. 2 (1813), oder Werke, Bd. 5, S. 1 und 279. — [4] Allgemeine Lehrsätze über die im umgekehrten Quadrat der Entfernung wirkenden Kräfte, Bd. 5, auch in Ostwalds Klassiker der exakt. Wissenschaften abgedruckt, Nr. 2. — [5] Green, An Essay on the application of math. analysis to the theory of electricity, Nottingham 1828, oder Crelle, Journ. für reine und angewandte Mathematik, Bd. 39, 44 und 47. — [6] Chasles, Mém. sur l'attraction des ellipsoides, Journ. de l'école polyt., Heft XXV, S. 244 (1837), und Comptes rendus de l'Académie des sciences, Bd. 6, S. 902 (1838); Nouvelle solution etc., Journ. de math. par Liouville, Bd. 5 (1840). — [7] Dirichlet, Ueber eine neue Methode zur Bestimmung vielfacher Integrale, Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1839, und Vorlesungen über die im umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernung wirkenden Kräfte, herausgegeben von Grube, Leipzig 1876. — [8] Clausius, Die Potentialfunktion und das Potential, 4. Aufl., Leipzig 1885. — [9] Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 2, 13. Kap. — [10] Matthieu, Théorie du potentiel et de ses applications à l'électrostatique et au magnetisme, Bd. 1, 2, Paris 1885. — [11] Budde, Allgem. Mechanik der Punkte und starren Systeme, Berlin 1890, Bd. 1, S. 354, und Bd. 2, S. 442—500. — [12] Routh, A treatise on analytical Statics, Bd. 2, S. 1—126. — [13] Neumann, C., Untersuchungen über das logarithmische und Newtonsche Potential, Leipzig 1877, sowie Beiträge zu einzelnen Teilen der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mathematiſchen Phyſik, Leipzig 1893. — [14] Föppl, Geometrie der Wirbelfelder, Leipzig 1897. — [15] Gibbs, Vector Analysis, New York 1901. — [16] Korn, A., Lehrbuch der Potentialtheorie, Berlin 1899, und Fünf Abhandlungen zur Potentialtheorie, Berlin 1902. *Finſterwalder.*

Potential der Verrückungen. Sind ξ, η, ζ die Verrückungen des Körperpunktes $m\ (x, y, z)$ in den Richtungen x, y, z (ſ. Elaſtizitätslehre, allgemeine), und es exiſtiert eine Funktion F der Koordinaten x, y, z, deren vollſtändiges Differential ſich ausdrückt:

$$dF = \xi\, dx + \eta\, dy + \zeta\, dz, \tag{1.}$$

ſo heißt dieſe Funktion ein Potential der Verrückungen.

Da nach 1. $$\xi = \frac{\partial F}{\partial x}, \quad \eta = \frac{\partial F}{\partial y}, \quad \zeta = \frac{\partial F}{\partial z}, \tag{2.}$$

ſo ſind die Bedingungen für ein ſolches Potential:

$$\frac{\partial \xi}{\partial y} = \frac{\partial \eta}{\partial x}, \quad \frac{\partial \eta}{\partial z} = \frac{\partial \zeta}{\partial y}, \quad \frac{\partial \zeta}{\partial x} = \frac{\partial \xi}{\partial z}, \tag{3.}$$

oder mit den Bd. 3, S. 390, eingeführten Bezeichnungen:

$$x_y = y_x, \quad y_z = z_y, \quad z_x = x_z. \tag{4.}$$

Werden die Verrückungen auf ein Zeitelement dt bezogen, alſo $\xi = u\,dt$, $\eta = v\,dt$, $\zeta = w\,dt$, $F = f\,dt$ geſetzt, wobei u, v, w die Geſchwindigkeiten in den Richtungen x, y, z zur Zeit t bedeuten, ſo heißt die Funktion f von x, y, z, deren vollſtändiges Differential des Orts ausgedrückt iſt:

$$df = u\,dx + v\,dy + w\,dz, \tag{5.}$$

ein Potential der Geſchwindigkeiten. Die Bedingungen für ein ſolches ſind nach 3.:

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}, \quad \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial y}, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial z}. \tag{6.}$$

Potentialbewegung wird eine Bewegung genannt, für welche ein Potential der Verrückungen oder Geſchwindigkeiten beſteht. Je nach Umſtänden ſpricht man dann auch von Potentialdeformationen und Potentialſchwingungen. Zu letzteren gehören die gewöhnlichen Schallſchwingungen in iſotropen Körpern (Bd. 3, S. 382). Literatur ſ. z. B. unter Potential, elaſtiſches [2], [4], [9]. *Weyrauch.*

Potential, elaſtiſches. Die Arbeit zur Ueberwindung der inneren Kräfte (ſ. Verſchiebungsarbeit) beliebiger Körper für den Fall, daß die Spannungen konſtant wie am Ende der betreffenden Verſchiebungen wären (die virtuelle Verſchiebungsarbeit), iſt unter den im Art. Elaſtizitätslehre, allgemeine, Bd. 3, S. 389, eingeführten Vorausſetzungen und Bezeichnungen für die Volumeneinheit bei x, y, z ausgedrückt [4], S. 107:

$$\vartheta = X_x x_x + X_y x_y + X_z x_z + Y_x y_x + Y_y y_y + Y_z y_z + Z_x z_x + Z_y z_y + Z_z z_z. \tag{1.}$$

Für ein Körperelement vom Volumen dK daſelbſt iſt ſie $\vartheta\, dK$ und für einen ganzen Körper bei Ausdehnung der Integration auf alle Volumenelemente:

$$\mathfrak{D} = \int \vartheta\, dK. \tag{2.}$$

Die Spannungen bei x, y, z ſind nach 1.:

$$\left.\begin{aligned} X_x &= \frac{\partial \vartheta}{\partial x_x}, & X_y &= \frac{\partial \vartheta}{\partial x_y}, & X_z &= \frac{\partial \vartheta}{\partial x_z} \\ Y_x &= \frac{\partial \vartheta}{\partial y_x}, & Y_y &= \frac{\partial \vartheta}{\partial y_y}, & Y_z &= \frac{\partial \vartheta}{\partial y_z} \\ Z_x &= \frac{\partial \vartheta}{\partial z_x}, & Z_y &= \frac{\partial \vartheta}{\partial z_y}, & Z_z &= \frac{\partial \vartheta}{\partial z_z} \end{aligned}\right\}. \tag{3.}$$

Wenn nun, wie in der Elaſtizitätslehre für feſte Körper von konſtanter Temperatur, die Spannungen $X_x, X_y, \ldots$ als Funktionen der Verſchiebungen $x_x, x_y, \ldots$ allein gelten (für iſotrope Körper ſ. Bd. 3, S. 391), ſo laſſen ſie ſich nach 3. als Differentialquotienten einer nur von den augenblicklichen Lagen der Körperpunkte abhängigen Funktion 1., 2. darſtellen, welche Potential der inneren Kräfte oder elaſtiſches Potential heißt.

Da für feſte Körper von konſtanter Temperatur unter den üblichen Vorausſetzungen im Falle ſchließlichen Gleichgewichts die virtuelle Verſchiebungsarbeit $\mathfrak{D}$ gleich dem Doppelten der wirklichen Verſchiebungsarbeit D iſt (d. h. der wirklichen Arbeit zur Ueberwindung der inneren Kräfte, vgl. Clapeyrons Theorem und [4], S. 167), ſo werden anſtatt $\vartheta, \mathfrak{D}$ oft $\vartheta|2$, $\mathfrak{D}|2$ oder $-\vartheta|2$, $-\mathfrak{D}|2$ Potential der inneren Kräfte oder elaſtiſches Potential genannt. Ausdrücke von $\vartheta, \mathfrak{D}$ ſ. Verſchiebungsarbeit und die angeführte Literatur; über das Potential der Verſchiebungen [4], S. 24, 80, 121, 126, über das Potential der Spannungen [4], S. 50, 94, 124, 127, 142, 145, über andre Potentiale in der Elaſtizitätslehre ſ. Potential der Verrückungen und [5], S. 57.

Literatur: [1] Navier, Résumé des leçons etc. sur l'application de la mécanique, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864, S. 783. — [2] Kirchhoff, Vorleſungen über mathematiſche Phyſik, Mechanik, Leipzig 1877, S. 123, 390, 394, 417, 455. — [3] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1879 (deutſch von Hauff, Wien 1886). — [4] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884, S. 107, 108, 162, 165, 166. — [5] Bouſſinesq, Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

élastiques, Paris 1885. — [6] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, I. Allgemeine und ſpezielle Mechanik, Akuſtik, Breslau 1891, S. 233, 276. — [7] Poincaré, Leçons sur la théorie de l'élasticité, Paris 1892, S. 31. — [8] Finger, Das Potential der inneren Kräfte u. ſ. w. bei Berückſichtigung von Gliedern, die bezüglich der Deformationselemente von dritter bezw. zweiter Ordnung ſind, Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1894, S. 103, 231 (ſ. a. S. 1073). — [9] Voigt, Kompendium der theoretiſchen Phyſik, 1, Leipzig 1895, S. 332, 337, 339 (ſ. a. Wiedemanns Annalen 1894, LII, S. 536). — [10] Girtler, Ueber das Potential der Spannungskräfte als Maß der Bruchgefahr, Sitzungsberichte der Akademie der Wiſſenſchaften in Wien 1907, S. 509. *Weyrauch.*

Potential, elektriſches, ſ. Maßſyſtem, abſolutes, Bd. 6, S. 328.

Potential, thermodynamiſches, eine Funktion zweier oder mehrerer Unabhängigveränderlicher, die in der Thermodynamik eine ähnliche Rolle ſpielt wie das Potential der Kräfte nach dem Newtonſchen Gravitationsgeſetz in der reinen Mechanik (vgl. Potential S. 194). Die thermodynamiſchen Potentiale haben nach dem Vorgehen von Maſſieu [1] und Helmholtz [2] beſonders bei der Anwendung der Thermodynamik auf elektriſche und chemiſche Vorgänge Bedeutung erlangt. Im Folgenden ſeien die zwei wichtigſten derſelben angeführt, wobei die gewöhnlichen Vorausſetzungen der Wärmetheorie (ſ. d.) als zutreffend gelten ſollen.

Wenn auf einen beliebigen Körper von äußeren Kräften (ſ. d.) nur ein auf die Oberfläche gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit wirkt, und dieſer zuſammen mit dem Volumen v als Unabhängigvariable die innere Energie U (ſ. d.) beſtimmt, dann beſtimmen p, v ebenſo die abſolute Temperatur T (ſ. d.) und die Entropie S (ſ. d.), und es können irgend zwei der Größen p, v, T, S, U oder Funktionen derſelben für die übrigen Größen als Unabhängigvariable angeſehen werden. Für beliebige Zuſtandsänderungen des Körpers hat man die nötige Wärmezufuhr und die Aenderung der Entropie (vgl. Wärmetheorie, Energie):

$$dQ = dU + p\,dv, \qquad dS = \frac{dQ}{T}, \tag{1.}$$

wobei angenommen iſt, daß $dQ, dU, p\,dv$ in gleichen Maßeinheiten ausgedrückt ſind, z. B. in Kalorien oder Meterkilogramm. Nach 1. läßt ſich ſetzen:

$$dU = T\,dS - p\,dv, \tag{2.}$$

woraus, wenn S, v als Unabhängigvariable gewählt werden:

$$\frac{\partial U}{\partial S} = T, \qquad \frac{\partial U}{\partial v} = -p. \tag{3.}$$

Es folgt alſo hier der Druck p aus der Energie U in ähnlicher Weiſe wie die Kraftkomponenten der Newtonſchen Gravitation aus dem Potential derſelben, weshalb U nach Gibbs [7] ein thermodynamiſches Potential heißt, und zwar, weil bei der Differentiation behufs Ableitung von p die Entropie S konſtant bleibt, ſpeziell das adiabatiſche Potential (vgl. Adiabatiſche Zuſtandsänderung). — Führen wir ein:

$$H = U - ST, \tag{4.}$$

ſo liefert 2.:

$$dH = -S\,dT - p\,dv, \tag{5.}$$

woraus, wenn T, v als Unabhängigvariable gewählt werden:

$$\frac{\partial H}{\partial T} = -S, \qquad \frac{\partial H}{\partial v} = -p. \tag{6.}$$

Demgemäß wird nach Gibbs auch H ein thermodynamiſches Potential genannt, und zwar, weil bei ſeiner Differentiation behufs Ableitung von p die Temperatur T konſtant bleibt, das iſothermiſche Potential. $dL = p\,dv$ ſtellt die äußere Arbeit (ſ. d.) während der angenommenen Zuſtandsänderungen dar. Man hat nun nach 3. oder 1. bei adiabatiſchen Zuſtandsänderungen:

$$L = U_1 - U, \tag{7.}$$

und nach 6. oder 5. bei iſothermiſchen Zuſtandsänderungen:

$$L = H_1 - H. \tag{8.}$$

Da H hiernach denjenigen Teil der ganzen inneren Energie $U = H + ST$ bedeutet, welcher unmittelbar, ohne Aenderung der Temperatur, in äußere Arbeit und damit auch in andre Formen der Energie verwandelt werden kann, ſo nannte Helmholtz H die freie Energie und zum Unterſchiede von dieſer den andern Teil ST die gebundene Energie [2], S. 23, 28, [11], S. 275.

Ein weiteres thermodynamiſches Potential iſt die Erzeugungswärme (ſ. d.). Wenn andre äußere Kräfte als der oben allein in Betracht gezogene Normaldruck p wirken, ſo treten natürlich auch etwas andre oder allgemeinere Beziehungen für die thermodynamiſchen Potentiale ein [8], S. 66, [11], S. 277. Ueber Fälle, in welchen die gewöhnlichen Vorausſetzungen der Wärmetheorie nicht erfüllt ſind, insbeſondere über nicht umkehrbare Vorgänge ſ. [10], [12], [13], S. 522, [14], S. 585, u. ſ. w.

Literatur: [1] Maſſieu, Sur les fonctions caractéristiques des diverses fluides, Comptes rendus 1869, LXIX, S. 858, 1057 (ſ. a. Journal de physique 1877, VI, S. 216). — [2] Helmholtz, Zur Thermodynamik chemiſcher Vorgänge, Sitzungsber. d. Preuß. Akademie d. Wiſſenſchaften 1882, S. 22, 825, und 1883, S. 647 (auch Wiſſenſchaftliche Abhandlungen II, Leipzig 1882, S. 958, 979). — [3] Duhem, Le potentiel thermodynamique, Paris 1886. — [4] Helmholtz, R. v., Die Aenderungen des Gefrierpunktes, berechnet aus der Dampfſpannung des Eiſes, Wiedemanns Annalen 1887, XXX, S. 401. — [5] Natanſon, Thermodynamiſche Bemerkungen, ebend., 1891, XLII, S. 178 (ſ. a. Zeitſchr. f. phyſikaliſche Chemie 1892, X, S. 733). — [6] Riecke, Das thermodynamiſche Potential für verdünnte Löſungen, ebend. 1891, XLII, S. 483 (ſ. a. Wiedemanns Annalen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1894, LIII, S. 379). — [7] Gibbs, Thermodynamiſche Studien, deutſch von Oſtwald, Leipzig 1892, S. 79, 110, 160 u. ſ. w. — [8] Kirchhoff, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1894, S. 65. — [9] Piltſchikow, Materialien zur Frage der Anwendung des thermodynamiſchen Potentials, Odeſſa 1896. — [10] Planck, Vorleſungen über Thermodynamik, Leipzig 1897, S. 100. — [11] Helmholtz, Vorleſungen über Theorie der Wärme, Leipzig 1903, S. 267. — [12] Encyklopädie der mathematiſchen Wiſſenſchaften, Bd. V 1, Leipzig 1903, S. 104, 115. — [13] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Wärme, Braunſchweig 1905, S. 518. — [14] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III 2, Wärme, Leipzig 1906, S. 585, 601. — [15] van Laar, Sechs Vorträge über das thermodynamiſche Potential, Braunſchweig 1906. *Weyrauch.*

Potentialdifferenz, ſ. Galvanismus.

Potenz, Produkt aus lauter gleichen Faktoren $a \cdot a \cdot a \ldots$

Es iſt $a \cdot a = a^2$; $a\,a\,a = a^3 \ldots$ In der Potenz a^n heißt a Baſis, n (die Zahl der Faktoren) Exponent. Die zweite Potenz heißt auch Quadrat, die dritte Kubus, die vierte Biquadrat. Es iſt

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n};\ \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n};\ (a^m)^n = a^{mn};\ a^0 = 1;\ a^{-n} = \frac{1}{a^n};\ \sqrt[m]{a^n} = \sqrt[n]{a^m}.$$

In dieſer Weiſe kann der Exponent auch negativ oder gebrochen ſein. Die Umkehrungen der Potenzierungen ſind die Radizierung (Baſis geſucht) und die Logarithmierung (Exponent geſucht). Als höhere Potenzen bezeichnet man Ausdrücke wie $a^{a^{a\cdots}}$.

Literatur: [1] Kleyer, Lehrbuch der Potenzen und Wurzeln, Stuttgart 1884. — [2] Bette, Verſuch einer elementaren Entwicklung der Potenzen, Halberſtadt 1856. — [3] Fiſcher, Ueber Potenzen mit imaginären Exponenten, Berlin 1899. — [4] Müller, Ueber die unendliche Potenzkette, Stuttgart 1886. *Wölffing.*

Potenzlinie (Radikalachſe, Chordale), **-mittelpunkt** (Chordalpunkt), ſ. Kreis.

Pothenotſche Aufgabe, ſ. Rückwärtseinſchneiden.

Pottaſche (Kaliumkarbonat, neutrales Kaliumkarbonat) K_2CO_3 bildet ſich beim Glühen der Kaliumſalze organiſcher ſtickſtofffreier Säuren und iſt daher ein Hauptbeſtandteil der Pflanzenaſchen.

Aus letzteren wird ſie durch Auslaugen mit Waſſer gewonnen, indem man die Löſung eindampft und den Rückſtand glüht. Das ſo erhaltene (noch unreine) Produkt iſt die rohe Pottaſche (Baumpottaſche) des Handels. Durch Behandeln der rohen Pottaſche mit wenig kaltem Waſſer geht hauptſächlich kohlenſaures Kali in Löſung. Wird dieſe Löſung eingedampft, ſo ſcheidet ſich Kaliumſulfat aus; nach Entfernung des letzteren erhält man bereits faſt reines Kaliumkarbonat. Durch Wiederholung des Prozeſſes wird ſchließlich vollkommene Reinigung erzielt (Perlaſche, gereinigte Pottaſche). Dieſes Verfahren war früher das einzige; heute iſt es nur noch wenig in Gebrauch, da Holz anderweitig beſſer verwertet werden kann. — Dagegen iſt vielfach die Verarbeitung des an organiſchen Kaliumverbindungen reichen Schweißes der rohen Schafwolle an Orten üblich, wo ſich große Wollwäſchereien befinden. Der Wollſchweiß wird in kaltem Waſſer gelöſt, die Löſung eingedampft und der Rückſtand calciniert. Es hinterbleibt Rohpottaſche mit 65—70 % K_2CO_3. Produktion jährlich ca. 1000 t reine Wollſchweißpottaſche. — Ein weiteres Rohmaterial für die Pottaſchefabrikation bildet die ſalzreiche Schlempe der Zuckerfabrikation. Nach Verdampfung und Calcinierung der Schlempe erhält man eine poröſe ſchwarze Maſſe (Schlempekohle), die man unter Luftzutritt weißbrennt (Melaſſenaſche, Salin); ſie enthält ca. 25 % Kaliumkarbonat neben viel Natriumkarbonat und Calciumſulfat und Calciumchlorid. Die einzelnen Salze werden ſodann voneinander geſchieden und zuerſt durch Eiſen rötlich gefärbte (Rotfalz, halbraffinierte Pottaſche), ſchließlich reine (raffinierte) Pottaſche gewonnen. — Die Hauptmaſſe der gegenwärtig erzeugten Pottaſche iſt Mineral- oder Schmelzpottaſche, welche aus reinem natronfreien Chlorkalium (vgl. a. Kaliſalze) nach dem Leblancprozeß gewonnen wird (ſ. Soda). — Auch auf elektrolytiſchem Wege, durch Einleiten von Kohlendioxyd in elektrolytiſch gewonnene Kalilauge wird Pottaſche dargeſtellt. — Gereinigte Pottaſche darf höchſtens 3 % Waſſer und nur geringe Mengen Kaliumbikarbonat enthalten und muß nahezu frei ſein von den in Waſſer unlöslichen Beſtandteilen der rohen Pottaſche; ſie enthält ſtets mehr oder weniger Schwefelſäure, Chlor und Natron. — Pottaſche iſt leicht in Waſſer löslich, in Alkohol unlöslich, entzieht demſelben aber Waſſer, reagiert ſtark alkaliſch, ſchmeckt ſcharf laugenhaft, ſchmilzt bei 1200°, verliert bei Gelbglut etwas Kohlenſäure und verdampft bei Weißglut. Sie dient zur Darſtellung von Kriſtall- und Flintglas, Glaſuren, Smalte, weicher Seife und verſchiedener Kaliumverbindungen, ſo auch zur Gewinnung von zweifach- oder doppeltkohlenſauerm Kali $KHCO_3$, indem man Kohlenſäure durch eine konzentrierte Löſung von Kaliumkarbonat leitet. Kaliumbikarbonat hat einen wenig laugenhaften, milden Geſchmack, iſt luftbeſtändig, ſehr wenig löslich in Alkohol, löslich in 4 Teilen kaltem, leichter in heißem Waſſer. Es findet hauptſächlich in der Medizin Verwendung.

Pottaſcheküpe, ſ. Indigoküpen, Bd. 5, S. 173.

Potterieformerei, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 358.

Pottle, engliſches Hohlmaß = $^1/_2$ Gallon = 2,272 l.

Poudrette (Fäkaldünger) werden aus Fäkalien durch Eindampfen und unter Zuſatz von Schwefelſäure hergeſtellt. Sie enthalten 4—5 % Stickſtoff, 2—3 % Phosphorſäure und 3—3,5 % Kali. Der Gehalt an dieſen Subſtanzen iſt wechſelnd, je nach dem Gehalt des Rohmaterials.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Podewils Fäkaldünger iſt eine Poudrette wie vorſtehend geſchildert. Im allgemeinen iſt der Preis der Fäkaldünger zu hoch im Verhältnis zu den in ihnen enthaltenen Nährſubſtanzen unter beſonderer Berückſichtigung der Art derſelben.

Literatur: [1] Sächſiſche Landwirtſchaftl. Zeitſchrift, Dresden 1900, Nr. 38. — [2] Wolf, E., Praktiſche Düngerlehre, 11. Aufl., Berlin 1889. — [3] Thiels Landwirtſchaftl. Lexikon, Berlin. — [4] Monatsſchrift des Württemberg. Vereins für Baukunde 1894, Heft 3. — [5] Handbuch der Hygiene, Bd. 2, S. 318. — [6] Verfahren nach neuen Grundſätzen von Petry und Hecking, Leipzig, vgl. a. „Geſundheit", XXIII, Nr. 22, S. 352. *Weitz.*

Poult de soie, glatter Seidenſtoff, ſ. Weberei.

Pounxa (Tinkal), ſ. Borax.

Pourpre français, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 641.

Power-loom, ſ. Weberei.

Prachtſtraßen. Eine Straße wird zur Prachtſtraße entweder durch die an ihr errichteten Gebäude oder durch die künſtleriſche Ausſtattung der Straße ſelbſt oder durch beide Umſtände.

Eine anſehnliche Breite iſt eine notwendige Eigenſchaft der Prachtſtraße; Breiten von 30—100 m und mehr ſind im Gebrauch. Der Ring zu Wien, die „Linden" und die Siegesallee zu Berlin, der Newsky-Proſpekt in St. Petersburg, die Avenue des Champs Elysées in Paris, der Boulevard Anspach in Brüſſel ſind bekannte Beiſpiele. Prachtſtraßen pflegen angelegt zu werden in Verbindung mit hauptſtädtiſchen Monumentalbauten oder mit Parkanlagen. Eine günſtige Gelegenheit zur Schaffung von Straßen, die in Breite, Ausſtattung und Erbauung über das gewöhnliche Maß hinausgehen, bietet regelmäßig die Schleifung der Umwallung von Feſtungsſtädten, ſo in Mainz, Straßburg, Antwerpen, Cöln, Poſen, Glogau, obſchon es ſich hierbei nicht um eigentliche Prachtſtraßen, ſondern mehr um Promenadenſtraßen handelt; ſ. Promenaden. *Y. Stübben.*

Prägelkatze, ſ. Feuerſetzen.

Prägen, Prägwerke, Prägepreſſen u. ſ. w. Prägen bezeichnet die Herſtellung von Verzierungen, Inſchriften u. ſ. w. in Platten, Scheiben und ſonſtigen Arbeitsſtücken aller Art aus bildſamem Material mit Hilfe von Stempeln (Matrizen) oder (ſeltener) Walzen, welche die entſprechenden Erhöhungen und Vertiefungen tragen und zwiſchen denen das Material einem ſo hohen Druck unterliegt, daß es zum allſeitigen Anliegen an die Stempel kommt. Bei manchen Materialien, wie z. B. Holz, Glas u. ſ. w., ſpricht man auch einfach von Preſſen.

Man unterſcheidet das Maſſivprägen vom Hohlprägen. Beim Maſſivprägen, das insbeſondere bei der Herſtellung von Münzen, Medaillen, verzierten Metallknöpfen, Plaketten u. ſ. w. vorkommt, ſind die Vertiefungen und Erhöhungen des Ober- und Unterſtempels vollſtändig unabhängig voneinander; der eine Stempel kann auch eben ſein. Gleichzeitig mit dem eigentlichen Prägen kann auch eine Veränderung der ganzen Geſtalt des Arbeitsſtückes verbunden ſein (Fig. 2), ſo daß wie z. B. bei Metallknöpfen aus einer ebenen Scheibe eine gewölbte Form entſteht. Soll das ſeitliche Abfließen des Materials verhindert werden, ſo iſt ein Prägring *g* (Fig. 1) anzuwenden. — Beim Hohlprägen, das beſonders bei der Herſtellung von Verzierungen, Inſchriften u. ſ. w. in Blechen, Blechwaren, Kartons, Buchdeckeln u. ſ. w. vorkommt, entſpricht eine Erhöhung des Oberſtempels einer Vertiefung und umgekehrt (Fig. 3), ſo daß die Dicke des Arbeitsſtücks an allen Stellen ungefähr die gleiche bleibt. Das Hohlprägen entſpricht demnach dem Stanzen (ſ. d.), von dem es ſich nur dadurch unterſcheidet, daß es ſich beim Hohlprägen um Verzierungen, Inſchriften u. ſ. w. handelt. Das Hohlprägen tritt vielfach in Verbindung mit andern Operationen, wie Ausſchneiden (ſ. Schnitt), Stanzen (ſ. d.), Ziehen (ſ. d.), auf. Ueber das Hohlprägen und das hierhergehörige Huberſche (Hohl-)Präg- und Preßverfahren vgl. Stanzen. Ueber das Prägen der Münzen und ähnliche Arbeitsſtücke, wie Blechmarken, Spielmünzen u. dergl., und die dabei angewendete Exzenterkniehebelpreſſe vgl. Münzenherſtellung, Bd. 6, S. 531. Zum (Maſſiv-)Prägen großer Medaillen, Platten u. dergl. verwendet man in der Regel Friktionsſpindelpreſſen und hydrauliſche Preſſen (ſ. Preſſen). Die letzteren gewähren erſteren gegenüber den Vorzug, daß das Material länger unter Druck bleibt und Zeit zum Fließen hat, ſo daß die Fertigſtellung der Prägung mit einem oder wenigen Preßdrücken erfolgt, während bei jenen eine Reihe von Drücken notwendig iſt und die Prägſcheibe öfters durch Ausglühen wieder weich gemacht werden muß. Außerdem tritt bei den Spindelpreſſen, da ſie ſich mit einem Stoß auf die Prägſcheibe aufſetzen, leicht eine Beſchädigung der Prägſtempel ein, bei den hydrauliſchen Preſſen ſetzt ſich dagegen der Prägſtempel ruhig auf die Prägſcheibe auf. Die Belaſtung der gehärteten Prägſtempel darf 80—100 kg/qmm nicht überſchreiten, da ſie ſonſt beſchädigt werden; genügt dieſer Druck bei einmaliger Preſſung nicht zur ſcharfen Ausprägung, ſo iſt die Prägſcheibe auszuglühen und die Preſſung zu wiederholen. Die hydrauliſchen Prägepreſſen werden entweder (direkt) mit Pumpen (ſ. Fig. 4) oder mit Treibapparaten (vgl. a. Preſſen) betrieben; man verſieht ſie mit Hilfseinrichtungen, um die Ueberſchreitung des jeweils notwendigen Drucks unmöglich zu machen.



Fig. 1.



Fig. 2.

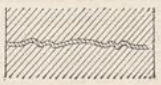


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

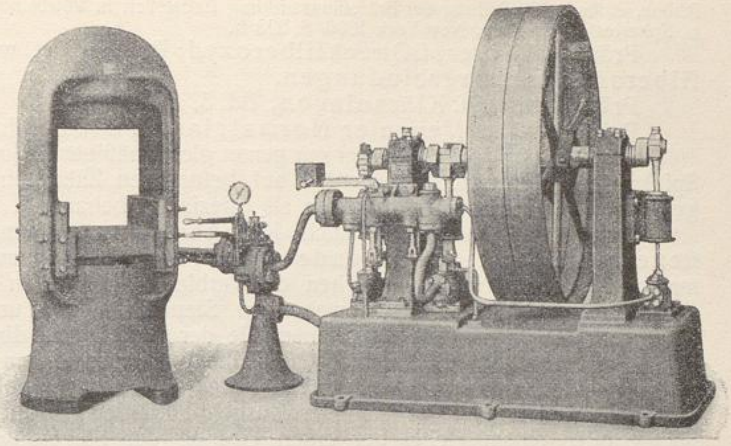


Fig. 4.

Fig. 4 zeigt eine hydrauliſche Prägepreſſe der Firma Wittlinger & Co. in Zuffenhauſen-Stuttgart; ſie beſteht aus dem Pumpwerk für 400 Atmoſphären maximalen Druck mit drei bis vier Pumpen (einer Niederdruck-, einer Mitteldruck- und ein bis zwei Hochdruckpumpen; von den beiden erſteren arbeitet die Niederdruckpumpe bis 100, die Mitteldruckpumpe bis 300 Atmoſphären; jede dieſer Pumpen rückt bei Erreichung des betreffenden Druckes ſelbſttätig aus), dem Steuerapparat und der Preſſe, deren Hauptkörper aus einem einzigen Stahlgußſtück gebildet iſt. Dieſe Preſſe wird in folgenden Abmeſſungen gebaut:

Maximaldruck	kg	500 000	1 000 000	2 000 000
Kolbendurchmeſſer	mm	400	565	800
Kolbenhub		180	260	350
Weite im Preßkörper		500	700	950
Größte Entfernung zwiſchen Tiſch und Kopfplatte . .		515	550	600

Ueber die Herſtellung der gehärteten Stahlprägſtempel ſ. Münzenherſtellung, Bd. 6, S. 534. *A. Widmaier.*

Prägepreſſe (Buchbindereimaſchine), ſ. Farbendruck, Goldpreſſung.

Präparierſalz (Grundierſalz), ſ. Zinnoxydnatron.

Präſerveſalze, ſ. Konſervierung, Bd. 5, S. 603.

Präzeſſion der Fixſterne, die fortwährende Zunahme der Längen der Sterne (vgl. Koordinaten am Himmel), das „Fortrücken" der Nachtgleichenpunkte (Schnittpunkte von Aequator und Ekliptik) auf der Ekliptik im Lauf der Jahre, entgegen der (ſcheinbaren) jährlichen Bewegung der Sonne am Himmel.

Seit 2000 Jahren bekannt (Hipparch), iſt die Erſcheinung erſt ſeit Schaffung der Himmelsmechanik (Newton) erklärt und durch d'Alembert, Euler, Laplace in theoretiſcher Beziehung abgeſchloſſen worden; experimentell dargeſtellt wurde die Erſcheinung zuerſt in den Bohnenbergerſchen Maſchinchen (vgl. [1] und Kreiſel, Bd. 5, S. 687, wo einige Gyroſkope erwähnt ſind). Die Urſache der Präzeſſion, der ſtetigen Veränderung der Richtung der Erdachſe im Raum, iſt die Attraktionswirkung von Mond und Sonne auf den „Aequatorwulſt" der abgeplatteten Erde, deren Drehungsachſe ſchief zu ihrer Bahnebene ſteht; infolge davon erhält die Erdachſe einen langſamen „koniſchen Umlauf", der Schnittpunkt der Erdachſe mit der Sphäre, der Himmelspol, verſchiebt ſich langſam auf einem Kleinkreis der Sphäre, deſſen ſphäriſcher Mittelpunkt der Ekliptikpol iſt. Dieſe ſogenannte Luniſolarpräzeſſion verſchiebt den Himmelspol auf dem genannten Kleinkreis um jährlich rund 50″ (in 100 Jahren um $1^0{,}4$, ſo daß der ganze Umkreis in 26 000 Jahren, einem ſogenannten Platoniſchen Jahr, zurückgelegt wird); immer andre Sterne kommen in die Nähe des Himmelspols, z. B. nähert ſich der Polarſtern (α Urs. min.), der jetzt etwa $1^1/_4{}^0$ Poldiſtanz hat, dem Pol noch bis auf 28′ (ums Jahr 2100) u. ſ. w. Ferner rückt der Frühlingspunkt in immer andre Sternbilder der Ekliptik (im Jahr — 300 war der Frühlingspunkt in der Bruſt des Widders, deshalb auch Widderpunkt Υ, gegenwärtig iſt er in den Fiſchen). Infolge der Attraktion der Planeten hat übrigens die Bahn der Erde ſelbſt keine ganz feſte Lage. Der Winkel zwiſchen Aequator und Ekliptik ändert ſich (ebenfalls in ſehr langer Periode zwiſchen den Grenzen $21^1/_2{}^0$ und $27^1/_2{}^0$). Die ſogenannte allgemeine Präzeſſion, der wirkliche Verlauf der Präzeſſionserſcheinung, an der auch die Einwirkung der Planeten beteiligt iſt, iſt deshalb von der Luniſolarpräzeſſion etwas (ſehr wenig) verſchieden. Eine Störung des regelmäßigen Präzeſſionsverlaufs gleichſam ſtellt die Nutation der Erdachſe vor, infolge deren der Himmelspol periodiſch abweicht von der „mittleren" Lage, die er infolge der Präzeſſion allein hätte; vgl. a. Nutation und [2]—[4].

Literatur: [1] Bohnenberger, Beſchreibung einer Maſchine zur Erläuterung der Geſetze der Umdrehung der Erde um ihre Achſe und der Veränderung der Lage der letzteren (Tübinger Blätter für Naturwiſſenſchaft und Arzneikunde, Bd. 3, 1. Stück, S. 72—83), Tübingen 1817; vgl. dazu auch Poiſſon im Journal de l'Ecole Polytechnique, 16. Heft, Bd. 9, S. 247, und die ganze Gyroſkopliteratur. — [2] Ebend. iſt auch die ganze Literatur genannt. — [3] Dazu ſind auch die Lehrbücher der theoretiſchen Aſtronomie zu vergleichen, z. B. Watſon, J., Theoretical Astronomy, 2. Aufl., Philadelphia 1885; auch Wolf, R., Handbuch der Aſtronomie, § 290 und 514. — [4] Eine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchöne, einfache Darſtellung der Präzeſſionswirkung findet ſich in Newcomb, S., A Compendium of Spherical Astronomy, New York 1906, S. 225 ff.

Präzipitat, roter, ſ. Queckſilberoxyd; Präzipitat, weißer, ſ. Queckſilberammoniumverbindungen.

Präzipitation, ſ. Kläranlagen, Bd. 5, S. 490.

Präziſionsglas (Jenenſer Normalglas), ſ. Glas, Bd. 4, S. 547.

Präziſionsräder, Zahnräder mit genau gleichmäßiger Teilung und geringem Spielraum der Zahnflanken, werden auf beſonderen Zahnradfräsmaſchinen hergeſtellt und von einzelnen Fabriken als Spezialität behandelt. *Lindner.*

Präziſionsſteuerungen, auch Klinkenſteuerungen, Abſchnappſteuerungen oder auslöſende Steuerungen genannt, ſind Dampfmaſchinenſteuerungen, bei welchen die Verbindung zwiſchen den die Einlaßorgane der Dampfmaſchine bewegenden Steuerungsteilen und den zu ihrer Bewegung dienenden, mit der Steuerwelle der Maſchine in direkter Verbindung ſtehenden Steuerungsteilen bei jedem Kolbenhub nach einem gewiſſen, durch den Regulator veränderlichen Bruchteil des Hubes aufgehoben wird, beide Steuerungshälften alſo voneinander ausgelöſt werden, wobei eine an einer Stange oder einem Hebel der erſten Gruppe der Steuerungsteile befindliche Klinke oder Knagge außer Eingriff mit einer zweiten, an einem Teil der zweiten Gruppe angebrachten Klinke kommt oder die letztere von der erſteren abſchnappt. Den Namen Präziſionsſteuerungen führen dieſe Steuerungen wegen des durch dieſelben bewirkten präziſeren Abſchluſſes der Dampfeinlaßöffnungen gegenüber dem mehr allmählichen ſogenannten „ſchleichenden“ Abſchluß bei Maſchinen mit Schieberſteuerungen.

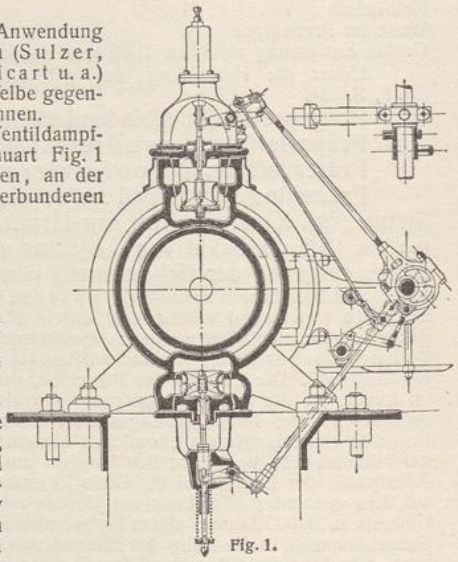


Fig. 1.

Die Präziſionsſteuerungen finden ſowohl Anwendung bei Schiebern (Wanniek) als auch bei Ventilen (Sulzer, Gamerith, Hojos) und Hähnen (Corliß, Fricart u. a.) als Abſchlußorganen. Am gebräuchlichſten iſt dieſelbe gegenwärtig noch in Verbindung mit Ventilen und Hähnen.

Die bekannteſte Klinkenſteuerung für Ventildampfmaſchinen iſt die Sulzer-Steuerung, deren Bauart Fig. 1 darſtellt. Am äußeren Ende eines doppelarmigen, an der inneren Seite drehbar mit der Einlaßventilſtange verbundenen Hebels iſt eine Stahlſchneide oder Klinke angebracht. Dieſelbe wird zum Zweck der Eröffnung des Einlaßventils von der zweiten, am unteren Ende eines Winkelhebels befindlichen Schneide oder Klinke niedergedrückt. Der Drehpunkt des Winkelhebels wird von einem einarmigen, am Ventilbock drehbar gelagerten Hebel gehalten und durch ein auf der parallel zur Zylinderachſe laufenden Steuerwelle ſitzendes Exzenter auf dem vom Endpunkt des einarmigen Hebels beſchriebenen Bogen hin und her geführt. Durch eine am andern Ende des Winkelhebels angreifende, vom Regulator vermittelſt mehrerer Zwiſchenhebel verſtellte Stange, welche nahezu parallel zur Exzenterſtange liegt, wird nun der Winkelhebel relativ zu ſeinem Drehpunkt verſtellt bezw. um denſelben gedreht, wodurch ein früheres oder ſpäteres Abſchnappen der oberen Klinke (des „aktiven Mitnehmers“) von der unteren Klinke (dem „paſſiven Mitnehmer“) und ſomit ein früheres oder ſpäteres Schließen des Einlaßventils, alſo auch eine kleinere oder größere Füllung des Zylinders erreicht wird. Der raſche Schluß des vom Eingriff mit den äußeren Steuerungsteilen ausgelöſten Ventils wird durch eine am oberen Ende der Ventilſtange befindliche Schraubenfeder bewirkt. Die letztere iſt in einem auf dem Ventilbock ſitzenden zylindriſchen Gehäuſe gelagert, in welchem ſich außer der Feder noch ein kleiner, im zylindriſchen Gehäuſe luftdicht ſich bewegender Kolben befindet. Letzterer bildet mit dem ihn umgebenden Zylinder einen ſogenannten Luftpuffer, welcher ein zu raſches und zu hartes Auffchlagen des Ventils auf ſeinen Sitz verhindern ſoll. Durch eine über der Feder befindliche Stellſchraube kann die Spannung der letzteren, alſo dadurch auch die Schlußzeit des Ventils genau reguliert werden, während noch durch einen kleinen Lufthahn im Pufferzylinder der Kompreſſionsgrad der Luft und dadurch auch die Stärke des Ventil-

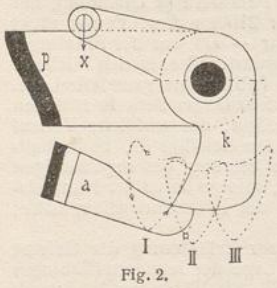


Fig. 2.

ſchlages reguliert werden kann. In Fig. 2 iſt *a* die untere, paſſive Klinke, *k* die obere, aktive Klinke an dem Winkelhebel, *p* der am Ventilbock befeſtigte einarmige Hebel, während bei *x* die vom Regulator beeinflußte Stange angreift. Die punktiert gezeichneten Kurven I, II und III ſtellen die Bahnen dar, welche die Arbeitskante oder Schneide der Klinke *k* beſchreibt. In der gezeichneten Stellung bewegt ſich die letztere auf der Kurve II und findet Ventilhebung bis zum Punkte *p* ſtatt, in welchem Punkte die Bahn II von dem vom Endpunkt der Schneide *a* beſchriebenen Kreisbogen geſchnitten wird, alſo beide Klinken voneinander abſchnappen. Einer ſtarken Abnutzung der Klinken wird dadurch vorgebeugt, daß dieſelben aus gehärtetem Stahl gefertigt und an den Enden der Hebel *a* und *k* in dieſelben eingelaſſen und durch verſenkte Schrauben daran befeſtigt ſind, ſo daß ſie nach erfolgter Abnutzung leicht gegen neue Klinken ausgewechſelt werden können.

Zu den bekannteren Ventilpräziſionsſteuerungen gehören noch die Gamerithſteuerung der Maſchinenfabrik Starke & Hoffmann in Hirſchberg in Schleſien (D.R.P. Nr. 33210), die Trappenſteuerung der Märkiſchen Maſchinenbauanſtalt (vorm. Kamp & Cie.) in Wetter a. R. (D.R.P. Nr. 2388), die Steuerung von Hojos (D.R.P. Nr. 38656), bei welcher die Einlaßventile in den Zylinderſtirnſeiten liegen und die Auslöſung der Klinken durch Anſchlag an einen vom Regulator verſtellten, an der Regulatorhülſe befeſtigten Schlitten mit Anſchlagſtiften bewirkt wird. Weitere Ausführungsarten ſ. [1].

Die Hauptvertreterin der Anwendung der Auslösſteuerungen für Maſchinen mit Hähnen oder Rundſchiebern iſt die Corliß-Steuerung. Ihre Wirkungsweiſe ſoll an der in Fig. 3 abgebildeten Frikart-Steuerung [2] näher beſchrieben werden. Auch hier iſt ein aktiver und paſſiver Mitnehmer (*E* und *D*) vorhanden, deren letzterer auf der Hahnachſe ſitzt, während der erſtere von einem auf den zur Lagerung der Hahnachſen dienenden Büchſen loſe drehbaren Winkelhebel *AF* bewegt wird. Den aktiven Mitnehmern wird von der Maſchine eine doppelte Bewegung erteilt, eine um die Hahnachſe kreisförmig ſchwingende, durch die ſeitlich vom Zylinder gelagerte fünfarmige Schwinge, welche auch die Auslaßhähne bewegt, und eine zweite, zu der erſteren ſenkrechte, ebenfalls ſchwingende Bewegung um den oberen Drehzapfen des Winkelhebels *AF*,

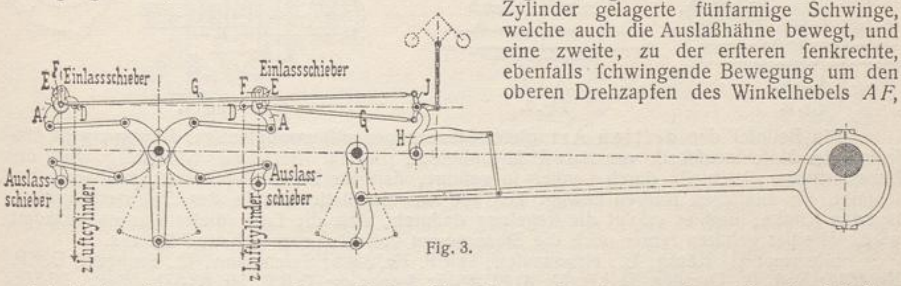


Fig. 3.

welch letztere Bewegung von dem mit dem Regulator verbundenen und von ihm beeinflußten Hebel *HJ* mittels der Stangen *G* auf den aktiven Mitnehmer übertragen wird. Wie aus Fig. 4 erſichtlich, wird durch den aktiven Mitnehmer *E* der paſſive Mitnehmer *D* bei der Berührung beider um einen gewiſſen Winkel und dadurch der Hahn ebenfalls gedreht, alſo der Dampfeinlaßkanal um einen gewiſſen Betrag geöffnet. Je nach der Stellung des Regulators wird jedoch der Mitnehmer *E* durch *H*, *J*, *G* (Fig. 3) derart nach außen gedreht, daß er früher oder ſpäter den Mitnehmer *D* freigibt. Am andern Ende des auf der Hahnachſe befeſtigten Mitnehmerhebels *D* greift nun eine Stange an, welche nach einem am Boden befindlichen, mit einem dicht abſchließenden, belaſteten Kolben verſehenen Luftpuffer führt, welcher den raſchen, aber durch einen Lufthahn, ähnlich wie bei den Ventilpräziſionsſteuerungen, regelbaren Schluß des Hahns durch Rückdrehung desſelben in ſeine Anfangslage bewirkt. — Bei den älteren Corlißmaſchinen wurde dieſer Schluß durch eine beim Oeffnen des Hahns angeſpannte Blattfeder bewirkt, während er bei den neueren in derſelben Weiſe, wie oben beſchrieben, ausgeführt wird. Weitere Ausführungen der Corlißhahnſteuerungen ſ. [3].

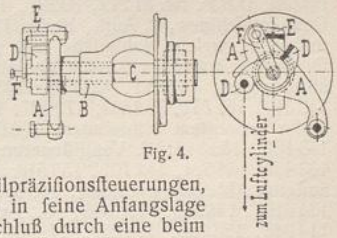


Fig. 4.

Bei der außerordentlichen Entwicklung, welche die freifallenden Ventilſteuerungen oder Ausklinkſteuerungen in neuerer Zeit genommen haben, kann man zwecks beſſerer Unterſcheidung der verſchiedenen Syſteme folgende Unterabteilungen machen [4]: 1. Steuerungen mit plötzlicher Verdrängung der Klinke; 2. Steuerungen mit allmählicher Verdrängung der Klinke; 3. Steuerungen mit zwangläufiger Bewegung der Klinke.

Das Gemeinſame derſelben iſt, wie bei den obenbeſchriebenen Steuerungen, daß die verſchiedenen Füllungen von der Größe des Ventilhubes und des Stopfbüchſenanzuges ſtark beeinflußt werden. Zur Regulierung der Auffetz- oder Fallgeſchwindigkeit der Ventile nach erfolgter Auslöſung dienen in neuerer Zeit die verſchiedenen Ausführungskonſtruktionen der ſogenannten Oelpuffer, unter welchen diejenigen von Collmann (ausgeführt von der Maſchinenfabrik Schüchtermann & Krämer in Dortmund), ferner von Hochwald-Neuhaus (ausgeführt von A. Borſig in Berlin-Tegel) und von Dinnendahl (ausgeführt von Kunſtwerker-Hütte bei Stehle) beſonders bemerkenswert ſind.

Zu den Steuerungen der erſten Klaſſe gehören u. a. die Steuerungen von Collmann, Stumpf und Dinnendahl. Bei der zuerſt genannten Steuerung (Fig. 5) wird die Exzenterſtange am Ventilgehäuſe durch Lenker geführt und trägt eine Klinke, welche bei

annähernd höchſter Stellung übergreift und beim Abwärtsgang des Exzenters den Ventilhebel ſo lange mitnimmt, bis ſie auf einen vom Regulator einſtellbaren Auslöſedaumen trifft und dadurch abgleitet. Die Klinke muß durch eine kleine Blatt- oder auch Spiralfeder zum rechtzeitigen Auffetzen gezwungen werden. Bei vorliegender Ausführung hat der Ventilhebel hinten eine Verlängerung, welche in einen Schlitz der Expanſionsklinke ſo eingreift, daß ſie das hängenbleibende Ventil ſchließen muß.

Ein Beiſpiel der zweiten Klaſſe dieſer Steuerungen mit allmählicher Klinkenverdrängung iſt diejenige der Vereinigten Maſchinenfabrik Augsburg und Maſchinenbau-Geſellſchaft Nürnberg (Fig. 6). — Die Auslöſung der Klinke wird durch die Rolle eines kleinen Hebels bewirkt, welcher mit dem Ventilhebel gelenkig verbunden iſt und in der Mitte durch eine vom Regulator verſtellbare Stange unterſtützt wird. Geht die Klinke abwärts, ſo bewegt ſich die Rolle nach aufwärts, da der Auslöſer ſich hierbei um den Unterſtützungspunkt dreht. Die Auslöſung erfolgt im Schnittpunkt der von der Klinke unter Einwirkung der Rolle beſchriebenen Wälzkurve mit dem Kreisbogen, welchen der Endpunkt der Anſchlagplatte beſchreibt.

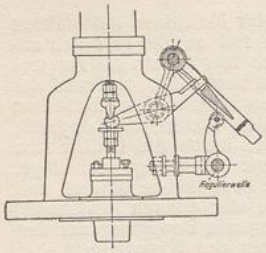


Fig. 5.

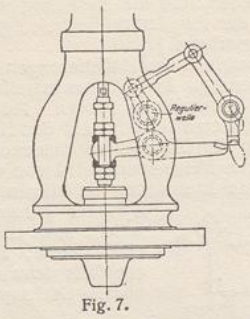


Fig. 7.

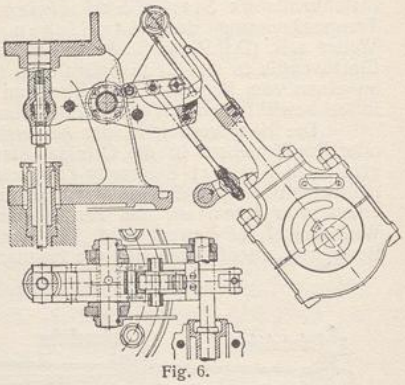


Fig. 6.

Ein Beiſpiel der dritten Art dieſer Steuerungen mit zwangläufiger Bewegung iſt diejenige der Maſchinenfabrik von Soeſt in Düſſeldorf (Fig. 7). Bei dieſer Steuerung wird die Exzenterſtange gleichfalls durch Lenker ſo geführt, daß ihr Ende ellipſenförmige Kurven beſchreibt. In ähnlichen Kurven bewegt ſich die Anſchlagplatte der in der Exzenterſtange gelagerten Klinke, und es erfolgt die Regelung dadurch, daß die Lage dieſer Kurven geändert wird. Hierher gehören ferner noch die Steuerungen von Gutermuth und Lentz.

Literatur: [1] König, E., Nordhauſen, D.R.P. Nr. 3825; Teichmann, C., Stuttgart, D.R.P. Nr. 4644; Roſt, E., Dresden, D.R.P. Nr. 8142, 8517; ferner die D.R.P. Nr. 63851, 65499, 70572, 73770, 75631. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., 1890, S. 917 f. — [3] Ebend., Inhaltsverzeichnis, 1884/93, Artikel Dampfmaſchinen, Steuerung; ferner u. a. die Patentſchriften: Farcot, D.R.P. Nr. 4569; Berger-André & Cie, D.R.P. Nr. 6328; Corliß, D.R.P. Nr. 10580, 13248; Frikart, D.R.P. Nr. 31242, 39291, 41198, 76679. — [4] Dubbel, Entwerfen und Berechnen der Dampfmaſchinen, 2. Aufl., Berlin 1907; vgl. ferner die neueren Patentſchriften der Patentkl. 14 und 46b, welche zahlreiche teils praktiſch ausgeführte, teils nur theoretiſch intereſſante Ausführungen aufweiſen; unter denſelben heben wir hervor: 1. auslöſende Ventilſteuerungen im allgemeinen: 113311, 122815, 123628, 123796, 130512, 134055, 139011, 148393, 151727, 152510, 152511, 164547, 172037, 186584, 189113; 2. auslöſende Ventilſteuerungen mit zwangläufig bewegtem Mitnehmer: 110362, 122375, 132210, 139012, 140878, 147091, 160443, 173102, 189845; 3. Ventilſteuerungen mit Achſenregler: 119019, 123984, 129186, 131521, 133462, 138624, 152101, 153510, 153609, 171794; 4. zwangläufige Ventilſteuerungen mit veränderter Ableitungsrichtung: 108656, 115218, 117811, 121453, 122814, 124295, 132458, 133188, 134619, 148980, 160969; 5. zwangläufige Ventilſteuerungen mit zwei Exzenterantrieben: 114946, 123990, 125357, 129081, 170658; 6. zwangläufige Ventilſteuerungen mit veränderlichem Antrieb von einem Exzenterpunkt aus: 106138, 107642, 112309, 142091, 150951. *v. Ihering.*

Pragerrot (Engelrot), ein feuriges Eiſenrot (ſ. d.).

Prahm, ein flachbodiges, völlig gebautes Fahrzeug aus Holz oder Eiſen zum Transport von Laſten — Kohlen, Munition, Baggergut — oder zur Aufnahme beſonderer Einrichtungen — Spritzen-, Taucherprahm. *T. Schwarz.*

Praſem, ſ. Quarz.

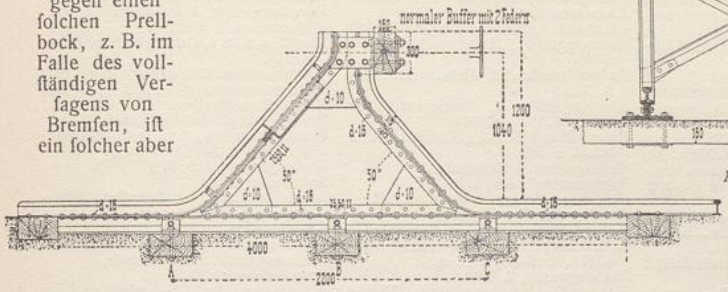
Preiſſe (Preißziegel), ſ. v. w. Firſt-, Hohl- oder auch Ortziegel.

Prellbock, Abſperrvorrichtung an einem ſtumpf endigenden Eiſenbahngleis, in der Regel mit Puffern zur Aufnahme des Stoßes gegenfahrender Wagen verſehen.

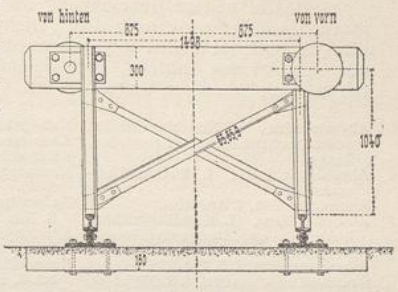
An den Enden von Rangiergleiſen werden oft nur Pfähle eingerammt, die vorn durch ein Querholz mit kräftigen, gefederten Puffern verbunden und an der Rückſeite mit Erde hinterſchüttet werden. Statt Pfähle werden auch in der Erde verankerte, aus ſtarken Hölzern gezimmerte Böcke, auf deren Schwellen die Schienenenden befeſtigt werden, verwendet. In Bayern werden als Prellvorrichtung ſenkrechte Hölzer (ohne Puffer), in Entfernung der Puffer der Wagen (1,75 m) eingegraben und durch einen Betonkörper, der die Stöße aufzunehmen hat, geſtützt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vielfach werden die Prellböcke in Eiſen ausgeführt, indem die Schienenenden aufgebogen werden. Dieſe tragen dann eine Querſchwelle mit Puffern und ſind nach rückwärts durch kräftige Streben (gewöhnlich Schienenſtücke) abgeſtützt, welche wieder durch ſtarke Zugbänder mit der Endſchiene verbunden werden (ſ. die Figur), ſo daß der Widerſtand des Gleiſes gegen Längsverſchiebung benutzt wird, um beim Anprallen von Wagen den Stoß aufzuheben. Prellböcke genügen zum Aufhalten von einem oder mehreren Wagen, nicht aber zum Aufhalten ganzer Züge. Auf Kopfſtationen werden an den Enden der Zuggleiſe daher gegenwärtig Preßwaſſer- (hydrauliſche) Prellböcke angewendet (ſ. Zentralblatt der Bauverwaltung 1890, S. 398, Glaſers Annalen 1894, Bd. 34, Nr. 405). Die Preßwaſſerprellböcke ſind viel wirkſamer als gewöhnliche Prellböcke. Bei raſcher Fahrt eines Zugs gegen einen ſolchen Prellbock, z. B. im Falle des vollſtändigen Verſagens von Bremſen, iſt ein ſolcher aber



Längenſchnitt.



Anſicht.

auch nicht imſtande, den Stoß aufzunehmen, ohne beſchädigt zu werden. Man hat deshalb auf Kopfſtationen, um eine wirkſame, nicht zu plötzliche Bremſung des Zugs im Notfall zu erreichen, die Schienen auf etwa 50 m Länge 2—5 cm hoch mit Sand überſchüttet; hierdurch geht aber eine gleichgroße Länge der Hallen verloren. Um dies zu vermeiden, hat Köpcke beſondere Sandgleiſe, die mittels einer Zungenvorrichtung von dem Fahrgleis abzweigen, vorgeſchlagen (ſ. Sandgleiſe). Vorbedingung, daß dieſe Sandgleiſe wirken, iſt aber, daß die Zungenvorrichtung im Bedarfsfall bedient und der Zug ins Sandgleis geleitet wird. *H. Kübler.*

Prellſteine (Abläufer, Abweisſteine) dienen ſtatt der Einfriedigungen (ſ. d.) und Brüſtungen (ſ. d.) zum Schutze der Fuhrwerke gegen das Hinabſtürzen an der Talſeite der Gebirgsſtraßen, indem ſie das zu nahe Befahren des Straßenrandes verhindern. Auch werden vielfach Fußwege gegen das Auffahren der Fuhrwerke durch ſolche Prellſteine geſchützt. Sie beſtehen aus bearbeiteten oder auch rauh gelaſſenen Felsſtücken, die in Abſtänden von 2 bis höchſtens 4 m an dem Straßenrande angebracht ſind und deren Höhe der Radnabe gerade noch geſtattet, über ſie hinwegzugleiten. *L. v. Willmann.*

Preſenning, ſ. Perſenning.

Preſidents, ſ. Tuchſorten.

Preßbau, im Bergbau der vollſtändige Abbau (ſ. d.) einer Lagerſtätte.

Preßblech, Bezeichnung für Arbeitsſtücke, die aus Blech unter Preſſen gebogen, gebördelt, gekümpelt wurden und die an Stelle gegoſſener, genieteter und geſchmiedeter Stücke vielfache Anwendung finden.

Beiſpiele von Preßblech: in der Kleineiſeninduſtrie Handgriffe von Scheren, Zangen u. ſ. w., Rollen u. a.; in der Grobblechverarbeitung: Rahmen oder Rahmenteile für Eiſenbahnwagen (ſ. d.), Motorwagen (ſ. d.) u. ſ. w.

Literatur: „Stahl und Eiſen“ 1901, S. 975 (Die Verwendung des Preßblechs im großen); ebend. 1895 (Preßblech gegen Gußeiſen). *A. Widmaier.*

Preßbraunkohle, ſ. Brennſtoffe, Brikettieren.

Preßdeckel, ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762.

Preſſen bezeichnet allgemein die Ausübung eines ruhigen Drucks (Gegenſatz: Schlag, Stoß) auf ein Material zu einem beſtimmten Zweck mit Hilfe entſprechender Werkzeuge oder als ſolcher dienender Elemente. Die maſchinellen Vorrichtungen zur Ausübung des Drucks werden teils direkt als Preſſen bezeichnet, teils führen ſie beſondere Bezeichnungen (ſ. unten).

A. **Verſchiedene Arten des Preſſens.** Am häufigſten findet das Preſſen mit Hilfe ſolcher Maſchinen ſtatt, die an ihrem Geſtell einen beweglichen Teil beſitzen, der ſich gegen ein am Geſtell feſtes Widerlager bewegt, ſo daß die Preſſung zwiſchen dieſem und dem bewegten Teil ſtattfindet. In der Regel iſt die Bewegung dieſes Teils eine geradlinige, ſeltener eine bogenförmige (ſ. unten). — Bei weichen Maſſen kann der Preßdruck mittels einer an einer Welle rotierenden Schraubenfläche erzielt werden (vgl. Strangpreſſen und Kernformmaſchinen). — Bei zylindriſchen Arbeitsſtücken findet ein Preſſen durch Rollen zwiſchen Stempeln (Preßbacken)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtatt, von denen der eine ſeitlich ſich gegen den andern bewegt, z. B. beim Rändeln der Münzplatten (ſ. Münze, Münzenherſtellung, Bd. 6, S. 530, ferner Schraubenherſtellung). — Der Druck auf das Arbeitsſtück oder Werkzeug kann auch unmittelbar durch Waſſer, Luft, Sand, mit Waſſer oder Luft gefüllte Kiſſen u. ſ. w. erfolgen. Hierher gehört unter anderm das Huberſche Preßverfahren (ſ. Prägen und Stanzen). — Weiterhin kann das Preſſen mit Hilfe von Rollen und Walzen erfolgen; über die hierhergehörigen Maſchinen vgl. Walzen.

B. **Die nähere Bezeichnung der Preſſen** erfolgt entweder nach dem Material, das auf ihnen bearbeitet wird, nach dem Verfahren oder dem Gewerbe, dem ſie dienen, nach der Form, die das Material beſitzt oder durch das Preſſen annimmt, nach dem konſtruktiven Aufbau oder der Art des Antriebs, nach beſonderen Einrichtungen, nach dem Konſtrukteur, wie die folgende alphabetiſche Ueberſicht mit Verweiſen ergibt.

Abgratpreſſen, ſ. Nietenherſtellung, Schraubenherſtellung, Schmieden, Zange.
Abpreßmaſchinen, ſ. Buchbindereimaſchinen.
Appreturpreſſen, ſ. Appretur.
Ausflußpreſſen, ſ. Kabelherſtellung, Rohrherſtellung, Stangenpreſſen und Teigpreſſen.
Balancierpreſſen, ſ. S. 211.
Baumwollballenpreſſen, ſ. S. 209 u. [8].
Biegepreſſen, ſ. Biegemaſchinen, Kielplattenbiegemaſchinen und Plattenbiegemaſchinen.
Blei (draht-, rohr-, kabel-, platten-) preſſen, ſ. Rohrherſtellung, Kabelherſtellung, Stangenpreſſen.
Bleiminenpreſſen, ſ. Bleiſtiftfabrikation und Teigpreſſen.
Blockpreſſen von Whitworth, Harmet, ſ. Lunker.
Bördelpreſſen, ſ. d. und Kümpeln, Bd. 5, S. 733.
Bolzenpreſſen, ſ. Nietenherſtellung, Schraubenherſtellung, Schmieden.
Brikettpreſſen, ſ. Brikettieren.
Buchbinderpreſſen, ſ. Buchbindereimaſchinen, Farbendruck und Goldpreſſung.
Buchdruckpreſſen, ſ. Buchdruckmaſchinen, Handpreſſen, Schnellpreſſen.
Bündelpreſſe, ſ. d.
Büttenpreſſe, ſ. Papierfabrikation.
Bulldozer, ſ. Schmieden.
Dampfpreſſen, ſ. S. 213 und Tuchfabrikation.
Dampfhydrauliſche Preſſen, ſ. S. 216.
Daumenpreſſen, ſ. S. 211.
Dorneintreibepreſſen, ſ. S. 213.
(Blei-) Drahtpreſſen, ſ. Stangenpreſſen.
Drahtſtiftpreſſen, ſ. Nagelherſtellung.
Drainröhrenpreſſen, ſ. d.
Druckpreſſen, ſ. Buchdruckmaſchinen.
Druckluftpreſſen, ſ. S. 213.
Elektrodenpreſſen, ſ. Teigpreſſen.
Erzbrikettpreſſen, ſ. Brikettieren und Ziegelpreſſen.
Etagenölpreſſe, ſ. Oelfabrikation.
Exzenterpreſſe, ſ. S. 209.
Fahrkartenſtempelpreſſe, ſ. d.
Falzmaſchinen, ſ. d.
Falzziegelpreſſe, ſ. d.
Faßwinde, Faßreifenauftreibmaſchine, ſ. Faßfabrikation.
Feſtigkeitsprobiermaſchinen, ſ. d. und Biegeprobe.
Filterpreſſen, ſ. d.
Formmaſchinen (-preſſen) für Gießereien, ſ. Preßformmaſchinen und Kernformmaſchinen.
Friktionsſpindelpreſſen, ſ. S. 212.
Fruchtpreſſen, ſ. Saftpreſſen.
Furnierpreſſen, ſ. Bd. 4, S. 214.
Fußpreſſen, ſ. S. 209.
Futterpreſſe, ſ. Enſilage.
Garnpreſſen, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 620, Bündelpreſſe.
Gautſchpreſſen (Kautſchpreſſen), ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 812 u. 815.
Glättpreſſen, ſ. d.
Grünfutterpreſſen, ſ. Enſilage.
Handpreſſen, ſ. S. 209, 211, 213, 215; ferner Buchdruckmaſchinen, Bd. 2, S. 381.
Hebelpreſſen, ſ. S. 209.
Hefepreſſe, ſ. Preßhefe.
Heupreſſen, ſ. Strohpreſſen.
Huberpreſſe, ſ. Prägen und Stanzen.
Hydrauliſche Preſſen, ſ. S. 213.
Hydropneumatiſche Preſſe, ſ. S. 217.
Hydroſtatiſche Preſſe, ſ. Realſche Preſſe.
Kabelpreſſen, ſ. Kabel, Bd. 5, S. 246.
Kachelpreſſe, ſ. d.
Käſepreſſe, ſ. Käſebereitung, Bd 5, S. 280.
Kammerpreſſe, ſ. Filterpreſſen, Bd. 4, S. 35.
Kaſtenölpreſſen, ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762.
Kautſchpreſſe, ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 812 und 815.
Keilpreſſen, ſ. S. 209 u. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762.
Kelterpreſſen, ſ. Saftpreſſen.
Kernformmaſchine, ſ. d.
Klammermaſchine, ſ. Bd. 5, S. 501.
Kniehebelpreſſe, ſ. S. 209.
Kohlenelektrodenpreſſen, ſ. Teigpreſſen.
Kohlenſtiftpreſſen, ſ. Bogenlicht, Bd. 2, S. 171, und Teigpreſſen.
Kolbenpreſſen, ſ. S. 213.
Kopfpreſſen, ſ. Schmieden, Nietenherſtellung, Bd. 6, S. 614, Schraubenherſtellung.
Kümpelpreſſen, ſ. Bd. 5, S. 733.
Kupferdruckpreſſe, ſ. Kupferdruckmaſchinen.
Kurbelpreſſen, ſ. S. 209.
Leimpreſſen (Leimzwinge), ſ. Bd. 6, S. 132, ſ. a. Furnierpreſſe, Bd. 4, S. 214.
Lichtdruckpreſſen, ſ. Lichtdruckmaſchinen.
Lithographiepreſſen, ſ. Steindruckmaſchinen.
Lochpreſſen, ſ. Lochen, Bd. 6, S. 178 f.
Luppenpreſſen, ſ. Luppe und Schmiedepreſſen.
Makkaronipreſſen, ſ. Teigpreſſen und Teigwarenfabrikation.
Markiermaſchinen, ſ. Stempeln.
Maſſelbrecher, ſ. d.
Metall (rohr-, ſtangen-) preſſen, ſ. Rohrherſtellung und Stangenpreſſen.
Muffelpreſſe, ſ. d.
Muldenpreſſen, ſ. Tuchfabrikation.
Mutternpreſſen, ſ. Schraubenherſtellung.
Nachpreſſer, ſ. Ziegelfabrikation.
Nageleintreibepreſſen (Nagelmaſchinen), ſ. Nageln, Bd. 6, S. 578.
Naßpreſſen, ſ. Ziegelfabrikation.
Nietenpreſſen, ſ. Nietenherſtellung, Bd. 6, S. 613.
Nietpreſſen (Nietmaſchinen), ſ. Nieten, Bd. 6, S. 615 f.
Nudelpreſſen, ſ. Teigpreſſen und Teigwarenfabrikation.
Obſtpreſſen, ſ. Saftpreſſen.
Oelpreſſen, ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762.
Packpreſſen, ſ. Bündelpreſſe; in der Buchdruckerei, ſ. v. w. Glättpreſſe, ſ. d.; ſ. v. w. Scheidepreſſe, ſ. Oelfabrikation und Zuckerfabrikation.
Paketierpreſſen, ſ. Bd. 6, S. 793.
Papiereimerpreſſe, ſ. Papiereimer, Bd. 6, S. 802.
Papierprägemaſchine, ſ. Buntpapierfabrikation.
Paſtillenpreſſe, ſ. Tablettenpreſſe.
Pendelpreſſe, ſ. S. 209.
Pillenpreſſe, ſ. Tablettenpreſſe.
Pneumatiſche (Preßluft-, Druckluft-) Preſſe, ſ. S. 213.
Prägepreſſen (Prägwerke), ſ. Edelmetallverarbeitung, Prägen, S. 202, und Münzenherſtellung, Bd. 6, S. 531.
Pulverpreſſen, ſ. Geſchoßtreibmittel, Bd. 4, S. 416 und 418, und Teigpreſſen.
Rad-, Räderpreſſe, ſ. d.
Rahmenpreſſen, ſ. Filterpreſſe, Bd. 4, S. 35.
Rammpreſſe, ſ. Oelfabrikation.
Realſche Preſſe, ſ. d.
Revolverpreſſen, ſ. Revolver.
Richtpreſſen, ſ. Richten.
Ring(öl)preſſe, ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 763.
Röhrenpreſſen, ſ. Rohrherſtellung, Einſpannvorrichtungen, Bd. 3, S. 256, und Strangpreſſen.
Romershauſenſche Preſſe, ſ. d.
Rotationspreſſen, ſ. Buchdruckmaſchinen, Bd. 2, S. 383.
Säulenpreſſen, ſ. S. 212.
Saftpreſſen, ſ. d.
Scheidepreſſen, ſ. Saftpreſſen, Filterpreſſen, Oelfabrikation.
Scheren, ſ. d.
Schienenpreſſe, ſ. Schienenbiegemaſch.
Schlammpreſſe, ſ. Filterpreſſe.
Schmiedemaſchinen und
Schmiedepreſſen, ſ. Schmieden.
Schmierpreſſen, ſ. Schmieren.
Schneckenpreſſen, ſ. Ziegelfabrikation.
Schnellpreſſen, ſ. d. und Buchdruckmaſchinen, Bd. 2, S. 382.
Schnittwarenpreſſen, ſ. Teigwarenfabrikation.
Schnitzelpreſſe, ſ. Zuckerfabrikation.
Schrämpreſſen, ſ. Hereintreibearbeit, Bd. 5, S. 48 und 49.
Schraubenpreſſen, ſ. S. 211.
Schwellenpreſſe, ſ. Schwellenherſtellung.
Seifenpreſſen, ſ. Seife.
Seiherölpreſſen, ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762.
Senkwerke, ſ. S. 212 und Münzenherſtellung.
Spaltmaſchinen, ſ. Spalten.
Spindelpreſſen, ſ. S. 211.
Spitzenpreſſe, ſ. Teigpreſſen.
Stangenpreſſen, ſ. d.
Stanzpreſſen, ſ. Stanzen.
Stauch- und Schweißmaſchinen, ſ. Schmieden.
Steindruckpreſſen, ſ. Steindruckmaſchine.
Steinpreſſen, ſ. d.
Stempelpreſſen, ſ. Stempeln.
Strangpreſſen, ſ. d.
Strohpreſſen, ſ. d.
Subpreſſe, ſ. Lochen und Schnitt.
Tablettenpreſſe, ſ. d.
Teigpreſſen, ſ. d. und Teigwarenfabrikation.
Tiegel- (Druck-) preſſen, ſ. Buchdruckmaſchinen, Bd. 2, S. 382.
Tonröhrenpreſſe, ſ. Drainröhrenpreſſen.
(Ton- und Graphit-) Tiegelpreſſen, ſ. Tiegel.
Topfpreſſen, ſ. v. w. Seiherpreſſen, ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 763.
Torfpreſſen, ſ. Torfgewinnung.
Traubenpreſſen, ſ. Saftpreſſen.
Trockenpreſſen, ſ. Ziegelfabrikation.
Tubenpreſſen, ſ. d.
Tuchpreſſen, ſ. Tuchfabrikation.
Vergolderpreſſen, ſ. Goldpreſſung.
Vulkaniſierpreſſen, ſ. Gummiwarenfabrikation, Bd. 4, S. 680.
Warenpreſſen, ſ. d.
Weinpreſſen, ſ. Saftpreſſen.
Wellblechpreſſen, ſ. Wellblechherſtellung.
Wellpappenpreſſe, ſ. Pappeforten.
Wurſtfüllmaſchine, ſ. Fleiſchwarenfabrikation.
Zahnſtangenpreſſen, ſ. S. 213.
Zangen, ſ. d.
Ziegelpreſſen, ſ. Ziegelfabrikation.
Ziehpreſſen, ſ. Ziehen.
Zylinderpreſſen, ſ. Tuchfabrikation.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

C. **Hauptarten (Typen) von Preſſen.** Alle Preſſenkonſtruktionen kann man in eine Anzahl von Klaſſen, die beſtimmten Typen entſprechen, einreihen. Dieſe Typen ſind entweder ohne weiteres oder nach entſprechender Umgeſtaltung einzelner Teile und durch Ausſtattung mit den jeweiligen Werkzeugen und ſonſtigen Vorrichtungen für die verſchiedenen Zwecke und Arbeitsverfahren brauchbar, worüber das Nähere bei den einzelnen Artikeln (ſ. oben) bemerkt iſt.

Die folgende Einteilung der Preſſen iſt auf Grund der zur Kraft- und Bewegungsübertragung verwendeten Mittel getroffen. Als ſolche dienen zunächſt: Hebel, Kniehebel, Kurbel oder Exzenter, unrunde Scheiben (Daumen), Zahnſtange und Rad, Schraubenſpindel und Mutter, durch Druckwaſſer, Dampf oder Druckluft (Preßluft) betätigte Kolben. Dieſe können direkt zur Arbeitsübertragung dienen; häufig aber ſind zwiſchen Preßſtempel und eines dieſer Elemente noch Hebel, Kniehebel oder Keile (einfach, doppelt oder [ſelten] in Kombination) eingeſchaltet. Vielfach wird die Bezeichnung von Preſſen, bei welchen zwiſchen Kurbel oder Exzenter, unrunde Scheibe u. ſ. w. und Preßſtempel die erwähnten Uebertragungselemente eingeſchaltet ſind, in unvollſtändiger Weiſe nur nach den letzteren gewählt; zweckmäßigerweiſe bezeichnet man ſie aber nach beiden oder mehreren Elementen (z. B. Preßluft[kolben]kniehebelpreſſe) und reiht ſie nicht bei den Hebel- u. ſ. w. preſſen, ſondern bei den Kurbel- u. ſ. w. preſſen ein. Mit welchen Mitteln die Drehung der Kurbel-, Exzenter- u. ſ. w. -welle oder die Erzeugung des Druckwaſſers erfolgt, d. h. mit andern Worten, welche Kraftübertragungsmittel auf die angegebenen für die Einteilung weſentlichen Elemente folgen, iſt hierbei nebenſächlich, ſo daß alſo z. B. hydrauliſche Preſſen mit Schraubenſpindeltreibapparat (ſ. unten) den Kolbenpreſſen zuzuzählen ſind.

In einzelnen Fällen kann der Preßſtempel auf ſeinem Arbeitsweg in verſchiedener Weiſe betätigt werden, wenn z. B. auf einem Teil des Wegs keine oder nur geringe Widerſtände zu überwinden ſind. Ein Beiſpiel hierfür ſind gewiſſe Arten von Baumwollballenpreſſen, bei denen die Vorpreſſung mittels durch Dampf betätigter Kolben, die Nachpreſſung durch Waſſerdruck erfolgt [8]. Auch die Rückbewegung des Preßſtempels erfolgt vielfach durch ein andres Mittel, wie z. B. durch das Eigengewicht des Preßſtempels, geſpannte Federn, Gegengewichte, Kolben, worüber unten Beiſpiele gegeben ſind.

a) **Hebelpreſſen.** Hierher gehören nach obigem nur diejenigen Preſſen, bei denen der Preßſtempel unter direkter Belaſtung eines einarmigen, doppelarmigen oder Winkelhebels ſteht und auf den Hebelkraftarm nicht Kurbel, Exzenter, unrunde Scheibe, Schraubenſpindel, Zahnſtange oder Kolben einwirkt, da dieſe Preſſen zweckmäßiger den durch dieſe Elemente gekennzeichneten Preſſen zugerechnet werden. — Auf den Kraftarm der Hebelpreſſen kann ein Druck (mittels Hand oder Fuß, Druckſtangen und als Zahndruck bei Ausbildung des Kraftarms als Zahn-, Schnecken- oder Schaltrad) oder ein Zug (mittels Hand und Arm, Zugſtangen, Seilen oder Ketten) ausgeübt werden.

Beiſpiele von Hebelpreſſen: Handhebelpreſſen finden vorzugsweiſe als Lochmaſchinen (-ſtanzen), ſ. Lochen, Bd. 6, S. 180, Scheren (ſ. d.), Zangen (ſ. d.) Verwendung; Biegemaſchinen, ſ. Bd. 1, S. 782, Fig. 1—5, 7, Fußhebelpreſſe, ſ. Lochen, Bd. 6, S. 179, Fig. 12 und als Pendelpreſſe ebenda Fig. 11; Hebelpreſſe mit Seilzug, ſ. Biegemaſchinen, Bd. 1, S. 784, Fig. 17.

Doppelhebelpreſſen (mit zwei hintereinander geſchalteten Hebeln) finden ſich vorzugsweiſe bei Scheren (ſ. d.) und Zangen (ſ. d.).

b) **Kniehebelpreſſen.** (Ueber die Verwendung des Kniehebels bei den unter d) bis h) aufgeführten Preſſen ſ. d.) Die Verwendung des Kniehebels iſt dann angebracht, wenn der Preßſtempel auf ſeinem Weg zunächſt keinen oder geringeren und nur am Ende desſelben einen beträchtlichen Widerſtand zu überwinden hat. Ein Beiſpiel einer Kniehebelpreſſe iſt bei den Preßformmaſchinen (ſ. d.) angegeben.

c) **Keilpreſſen.** Hierunter verſteht man Preſſen, bei welchen der mit einer Keilfläche verſehene Preßſchlitten mit Hilfe eines Keils verſchoben wird, wobei der Keil mit Hilfe von Hammerſchlägen eingetrieben wird [2], [3]. Betreffs der Verwendung des Keils bei andern Preſſen ſ. unter d) bis h).

d) **Kurbel- und Exzenterpreſſen.** Für den Betrieb von Preſſen kann das gewöhnliche Kurbelgetriebe und die Kurbelſchleife (ſ. Bd. 6, S. 8, Fig. 2 und 3) Verwendung finden. Für kleine Hübe kann an die Stelle des rotierenden Kurbelzapfens das Exzenter treten, das gleichfalls in dieſen beiden und in einer weiteren (ſ. unten) Anordnung verwendet wird; Kurbelpreſſen mit kleinem Hub werden vielfach auch als Exzenterpreſſen bezeichnet. Die Kurbelſchleife wird vorzugsweiſe nur bei Lochmaſchinen (ſ. Lochen) und Scheren (ſ. d.) angewendet, wobei die Gleitbahn für den Gleitſtein (Gleitklotz) innerhalb des zu bewegenden Schlittens angeordnet wird (ſ. Kurbelſchleife, Bd. 6, S. 8, Fig. 2); auch die Schubſtange beim gewöhnlichen Kurbel- bezw. Exzentergetriebe wird (vorzugsweiſe bei Lochmaſchinen [ſ. Lochen] und Scheren [ſ. d.]) in einen Ausſchnitt des Schlittens verlegt, womit ſich eine geringere Bauhöhe der Maſchine ergibt. Im allgemeinen arbeiten die Kurbelpreſſen drückend, d. h. der Preßdruck wird bei der Bewegung des Schlittens von der Kurbelachſe weg ausgeübt. — Die Kurbel- bezw. Exzenterpreſſen mit kleinem Hub und leichtem Schlitten zeichnen ſich durch die Möglichkeit großer Hubzahl (in der Minute) und deshalb hohe Leiſtungsfähigkeit aus. Infolge des genau beſtimmten Hubes ſind ſie für ſolche Preßarbeiten, bei denen bis zur Erreichung des Hubendes unzuläſſig große Preßdrücke auftreten können, ſofern nicht nachgiebige Glieder eingeſchaltet werden, nicht brauchbar. — Die Drehung der Kurbel- bezw. Exzenterwelle kann durch Handhebel, Knarre (ſ. d.) und Handhebel (ſ. unten), Knarre und Kurbelgetriebe (ohne oder mit Ueberſetzung ſ. z. B. Lochen, Bd. 6, S. 180, Fig. 17 und 18), Schwinghebelantrieb (ſ. Lochen, Bd. 6, S. 182, Fig. 26), durch Transmiſſion oder Elektromotor erfolgen. — Exzenterpreſſen, bei denen der auszuübende Druck verhältnismäßig gering iſt, werden vielfach mit veränderlichem Hub

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gebaut. Das Prinzip der Hubveränderung beſteht hierbei darin, daß auf dem mit der Exzenterwelle feſt verbundenen umlaufenden Zapfen eine exzentriſch ausgebohrte Büchſe aufgeſchoben und mit ihm in feſte Verbindung gebracht wird. Bezeichnet r den Halbmeſſer des Kreiſes, den die Achſe des feſten Zapfens beſchreibt, und e die Exzentrizität der Büchſe, ſo iſt der erreichbare kleinſte Hub $2(r-e)$ und der größte $2(r+e)$. Genügen zwei Hubgrößen, ſo wird die Büchſe mit zwei einander gegenüber liegenden Nuten verſehen und zwecks Hubveränderung auf dem mit Feder und Nut verſehenen feſten Zapfen umgeſteckt; ſind eine größere Anzahl von Hubgrößen notwendig, ſo wird die Verbindung zwiſchen Zapfen und Büchſe durch eine entſprechende Zahl ſeitlich an der Büchſe und an einer mit dem Zapfen in feſter Verbindung ſtehenden Scheibe angebrachter Kupplungszähne hergeſtellt; ſoll die Verſtellung des Hubs beliebig zwiſchen dem kleinſten und größten Hub erfolgen können, ſo verſieht man die Büchſe ſeitlich mit einem zum Zapfen konzentriſchen Schneckenrad, wobei die Verdrehung der Büchſe mit Hilfe einer mit dem Zapfen feſt verbundenen Schnecke erfolgt. Dieſe letztere Anordnung findet man auch bei Kurbeln nach Fig 2—4. — Ueber die Hubveränderung bei Kurbelpreſſen mit großem Kurbelarm vgl. Schmieden, Shapingmaſchinen, Stoßmaſchinen.

Die Kurbel- und Exzenterpreſſen mit Transmiſſions- oder elektriſchem Antrieb kommen in ſehr verſchiedenen Anordnungen vor, von denen die wichtigſten folgende ſind:

Einarmige Exzenterpreſſe (Fig. 1, L. Schuler in Göppingen). Dieſe Preſſen werden auch mit ausrückbarer Räderüberſetzung, um mit oder ohne Ueberſetzung arbeiten zu können, und für leichtere Arbeiten ohne Ueberſetzung gebaut. Der Körper wird in der Höhe des Tiſches auch mit einer Durchbrechung verſehen, um das zu verarbeitende Material eventuell von rückwärts zuführen zu können.

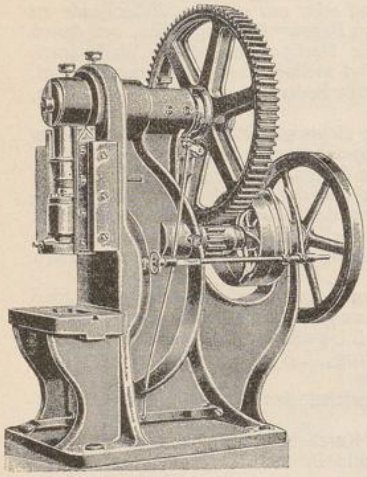


Fig. 1.

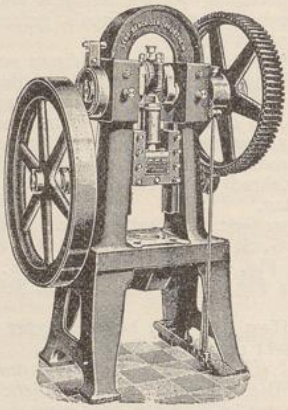


Fig. 3.

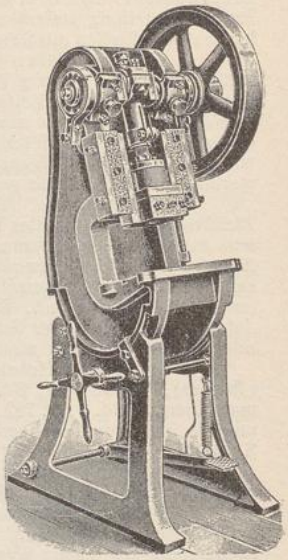


Fig. 2.

Doppelarmige (oder doppellagerige) Exzenterpreſſen (Fig. 2 mit ausladendem Geſtell, Fr. Mönkemöller & Co. in Bonn-Dottendorf). Dieſe Preſſen werden mit feſtſtehendem ſenkrechtem oder ſchrägem oder wie in Fig. 2 ſchräg einſtellbarem Geſtell gebaut. Fig. 3 mit torartigem Geſtell (geſchloſſene Kurbelpreſſe, Gebr. Benckiſer in Pforzheim).

Für breitere Schlitten ordnet man zwei Exzenter bezw. Kurbeln an, wobei die Kurbelwelle unter Umſtänden noch durch ein Lager in der Mitte unterſtützt wird, vgl. Fig. 4 (doppelſtänderige Doppelexzenterpreſſe, Fr. Mönkemöller & Co. in Bonn-Dottendorf).

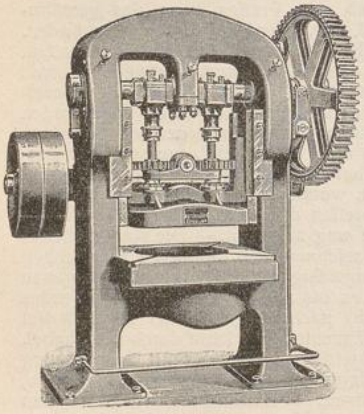


Fig. 4.

Dieſe Exzenter- bezw. Kurbelpreſſen werden je nach Bedarf in folgenden Anordnungen ausgeführt: ohne oder — bei ſtark wechſelndem Widerſtand, welchen der Preßſtempel zu überwinden hat — mit Schwungrad; ohne oder mit Räderüberſetzung; ohne oder mit ſelbſttätiger Auslöſung nach jedem Hub. Ueber die hierbei angewendeten Anordnungen von Kupplungen und Bremſen ſ. Kupplungen, Bd. 5, S. 796, Fig. 20, und [4]—[7].

Um die Kurbel- oder Exzenterpreſſen Werkzeugen und Arbeitsſtücken von verſchiedener Höhe anpaſſen und die Werkzeuge genau einſtellen zu können, werden u. a. folgende Mittel angewendet: mehrteilige, durch Verſchrauben zu verkürzende oder zu verlängernde Pleuelſtange [4], [6]; der Exzenterbügel wird mit einer exzentriſch ausgebohrten Büchſe verſehen, die verdreht und innerhalb des Exzenterbügels feſtgeklemmt werden kann [2], [4] u. a.;

ferner wird der Tiſch am Geſtell verſchiebbar angeordnet, vgl. Fig. 11. — Um die Ueberſchreitung eines beſtimmten Höchſtdruckes unmöglich zu machen, verſieht man die Exzenter- und Kurbelpreſſen bisweilen mit ſelbſttätigen Druckreglern, die im Stößel oder im Tiſch angeordnet werden. Ein Beiſpiel eines derartigen Druckreglers iſt in Fig. 5 und 6 (Wittlinger & Co. in Zuffenhauſen-Stuttgart) gegeben. Er iſt im Stößel oder auch im Tiſch angeordnet und beſteht aus den beiden beweglichen Gelenkteilen *a* und *b*, Federſtange *c*, Feder *d*, Kugelpfanne *e* und Druckplatte *f*. Bei Ueberſchreitung des durch die Feder einſtellbaren Höchſtdrucks ſchwingen die Gelenkteile *a* und *b* um den Stahlbolzen der Kugelpfanne *e* und im Sattel der Druckplatte *f*. — Ein Druckregler mit Keil und Feder iſt von Wilzin (D.R.P.) angegeben und wird von der Firma Bliß & Co. in Brooklyn an ihren Preſſen angewendet.

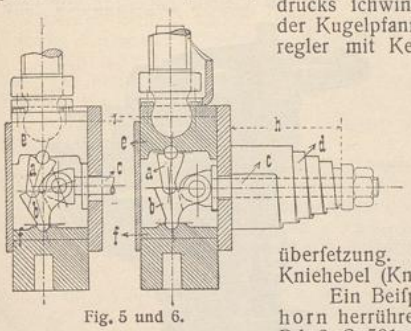


Fig. 5 und 6.

Exzenter- und Kurbelpreſſen mit Hebeln und Kniehebeln. Die Einſchaltung eines Hebels zwiſchen Exzenter- bezw. Kurbelſchubſtange wird entweder nur zu dem Zweck gewählt, den Antrieb unten an das Geſtell der Maſchine zu legen (in gleicher Weiſe wie bei den Kurbelhämmern, ſ. Bd. 6, S. 5, Fig. 3) oder zum Zweck der Kraftüberſetzung. Zu letzterem Zweck wird insbeſondere auch der Kniehebel (Kniegelenk) verwendet.

Ein Beiſpiel einer Kurbelkniehebelpreſſe iſt die von Uhlhorn herrührende Prägepreſſe; ſ. Münze, Münzenherſtellung, Bd. 6, S. 531, Fig. 8—11.

e) **Preſſen mit Betrieb durch unrunde Scheiben (Daumenpreſſen).** Die Verwendung unrunder Scheiben hat den Vorteil, daß man die Bewegung des Preßſchlittens durch entſprechende Geſtaltung der Scheibe in beliebiger Weiſe regeln und ihn nach Bedarf auch einige Zeit ganz ſtillſtehen laſſen kann. Beſitzt die unrunde Scheibe die Form eines Exzenters, ſo unterſcheiden ſich die hierhergehörigen Preſſen von den obenerwähnten Exzenterpreſſen durch das Fehlen des Exzenterbügels bezw. Gleitſteins. — Zur Verminderung der Reibung bringt man in der Regel an dem Preßſchlitten eine Rolle an, die auf der Scheibe gleitet. Derartige Scheiben zur direkten Bewegung von Preßſchlitten, werden z. B. bei Ziehpreſſen (ſ. Ziehen) zur Bewegung des Blechhalterſchlittens angewendet.

Beſonders häufig findet man bei dieſen Preſſen Hebel und Kniehebel zur Kraftübertragung angewendet, ſo z. B. bei Schmiedemaſchinen (ſ. Schmieden), Lochmaſchinen (ſ. Lochen, Bd. 6, S. 181, Fig. 22), Scheren (ſ. d.). Man zieht dieſe Anordnung bei großen Widerſtänden dem direkten Antrieb durch Kurbel oder Exzenter vor, weil bei letzteren infolge der in der Regel nicht zu vermeidenden hohen ſpezifiſchen Preſſung zwiſchen Exzenter bezw. Kurbelzapfen und der zugehörigen Bügel, Lager oder Gleitſteine raſche Abnutzung ſich zeigt, während bei jenen wegen der Hebelüberſetzung ſich günſtigere Verhältniſſe erzielen laſſen.

f) **Spindelpreſſen** (Schraubenpreſſen). Schraubenſpindel und Mutter eignen ſich für Preſſen wegen der Einfachheit der Preſſenanordnungen und der Erzielung ſtarken Preßdrucks infolge hoher Ueberſetzung beſonders gut. — Sollen die Spindelpreſſen einen nur kurz andauernden und während eines kleinen Weges des Preßſtempels wirkſamen hohen Preßdruck ausüben, ſo verſieht man ſie mit Schwungmaſſen, die man vor Beginn der Preſſung in raſche Umdrehung verſetzt, ſo daß ſie einen entſprechenden Betrag lebendiger Kraft in ſich aufnehmen, die beim Auftreffen des Preßſtempels auf das Arbeitsſtück infolge der ſtarken Geſchwindigkeitsverminderung auf kurzem Weg als hoher Preßdruck zur Wirkung kommt und beträchtliche Widerſtände trotz des kleinen zur Beſchleunigung der Schwungmaſſen verwendeten Drehmoments zu überwinden geſtattet. Tritt dagegen der Preßdruck während eines längeren Weges des Preßſchlittens auf, ſo kann von dieſem Vorteil der Schwungmaſſen kein Gebrauch gemacht werden, und es muß ein entſprechend großes Drehmoment zur Ueberwindung des Widerſtands beim Preſſen zur Verfügung ſtehen. — Für Preſſen, mit denen ein länger andauernder Preßdruck aufrechterhalten werden muß, iſt die Steigung der Schraubenſpindel ſo gering zu wählen, daß Selbſtſperrung eintritt.

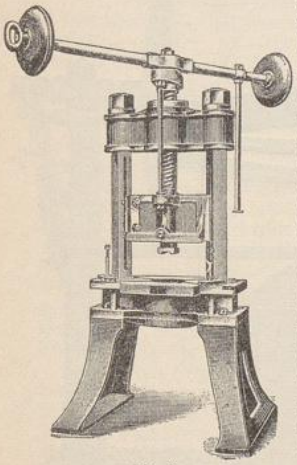


Fig. 8.

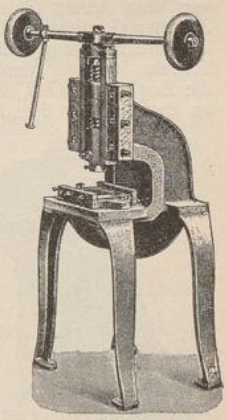


Fig. 7.

Die Spindelpreſſen werden mit feſter Mutter im Geſtell (Fig. 7—12) oder im Schlitten (Fig. 13) ausgeführt. Bei Handſpindelpreſſen mit geringer Steigung für langandauernden Preßdruck (wie z. B. bei Obſt- Frucht-, Filter-, Furnierpreſſen, ſ. Bd. 4, S. 214, Fig. 1 und 2) wird die Spindel durch Handrad, Handhebel und Knarre mit Hebel gedreht. — Handſpindelpreſſen mit Schwunggewichten an den Hebelarmen (auch als Balanciers, Balancierpreſſen bezeichnet) ſind in Fig. 7—9 dargeſtellt. Fig. 7 zeigt eine einarmige Handſpindelpreſſe (L. Schuler in

Göppingen) mit durchbrochenem Körper, die im Gegenſatz zu Preſſen mit geſchloſſenem Körper das Durchſchieben des Materials auch durch die Körperöffnung geſtatten. Fig. 8 (L. Schuler in Göppingen) und Fig. 9 (Deutſche Waffen- und Munitionsfabriken, Karlsruhe) Handſpindelpreſſen mit torartigem (geſchloſſenem) Geſtell: Fig. 8 gewöhnlich als Säulenpreſſe, Fig. 9 als doppelarmige Spindelpreſſe (Senkwerk) bezeichnet. Zu den Preſſen mit feſter Mutter im Geſtell gehört ferner die Spindelpreſſe Fig. 10 (L. Schuler in Göppingen). Die mit dem Stößel verbundene längsgenutete Spindel *A* wird durch das mit einer Feder (Keil) verſehene Kegelrad *B* gedreht, wobei ſie ſich gleichzeitig infolge der im Geſtell angeordneten (ein-

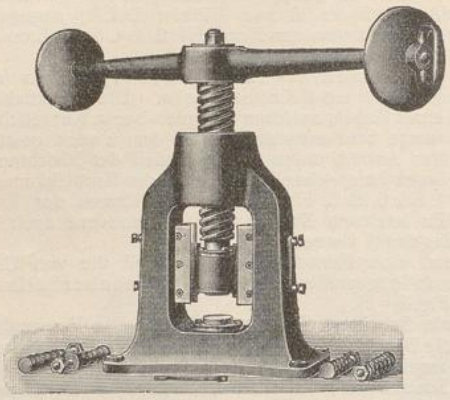


Fig. 9.

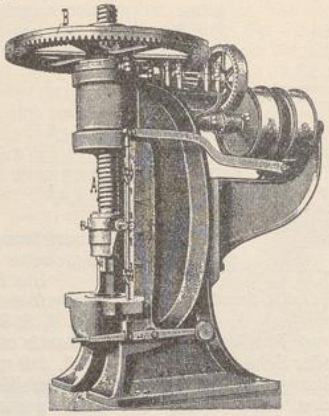


Fig. 10.

geſchnittenen) Mutter in der Richtung ihrer Achſe verſchiebt. Der Antrieb erfolgt mittels Reibungskupplung durch offenen und gekreuzten Riemen. Mit Hilfe verſtellbarer Anſchläge kann die Bewegung des Stößels beim Auf- und Niedergang in jeder beliebigen Lage begrenzt werden.

Von beſonderer Wichtigkeit ſind die hierhergehörigen Friktionsſpindelpreſſen (Fig. 11 und 12, L. Schuler in Göppingen), die mit einarmigem (Fig. 11) und torartigem (Fig. 12) Geſtell ausgeführt werden. Bei letzterem beſteht das Geſtell in der Regel aus einem Gußſtück, nur bei Preſſen mit großer Oeffnung wird die Preſſe als Säulenpreſſe (mit zwei oder vier Säulen) ausgeführt. Das Gewinde wird in der Regel direkt in den Gußkörper eingeſchnitten. An dem oberen Ende der Spindel ſitzt die als Schwungrad ausgebildete Friktionsſcheibe *A* (Fig. 12), die ihre Bewegung bei der Abwärtsbewegung von der einen der beiden auf der mittels Hebel *D* ververſchiebbaren Welle *B* ſitzenden Friktionsſcheiben *C C* erhält. Die Verſchiebung der Friktionsſcheiben kann von Hand oder automatiſch mit Hilfe der beiden verſtellbaren Anſchläge *E E* von dem Anſatz *F* am Schlitten *G* erfolgen. Die Aufwärtsbewegung des Stößels erfolgt durch die Zugſtangen *G G*, die an der auf der Spindel

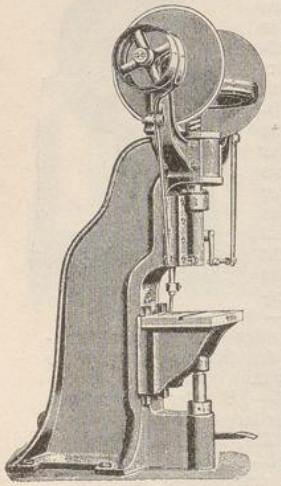


Fig. 11.

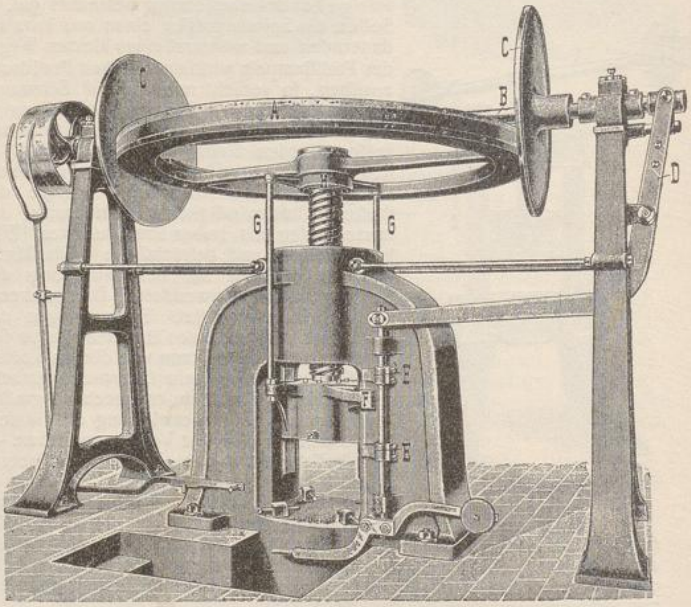


Fig. 12.

ſitzenden Traverſe *H* aufgehängt ſind. — Eine rechneriſche Verfolgung der Vorgänge beim Betrieb einer Friktionspreſſe iſt in [2] enthalten. — Um die Ueberſchreitung eines beſtimmten Drucks unmöglich zu machen, wird nach D.R.P. Nr. 195367 die Schwungmaſſe des Schwungrads an ſeinem Kranz ſo befeſtigt, daß ſie gegenüber dieſem gleiten kann.

Die Friktionsſpindelpreſſen Syſtem Vincent, Fig. 13 (Collet & Engelhard in Offenbach a. M.) beſitzen eine feſtgelagerte, durch Kegelfriktionsräder gedrehte Spindel *A*, welche die im Stößel *B* feſte Mutter *C* auf und ab bewegt. Die verſchiebbaren koniſchen Friktionsſcheiben *D* und *E* werden jeweils gegen die auf der Spindel *A* ſitzende Scheibe *F* angepreßt.

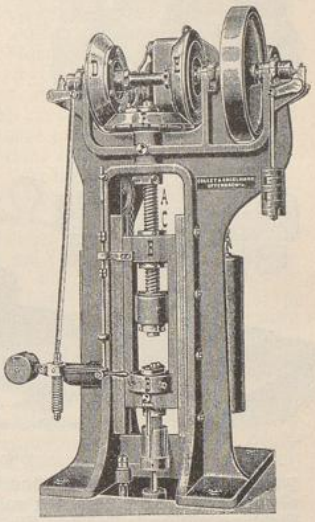


Fig. 13.

Spindelpreſſen mit Hebel und Kniehebel. Beiſpiele hierfür finden ſich im Art. Lochen (Bd. 6, S. 180, Fig. 13), Nieten (Bd. 6, S. 621, Fig. 27).

Ueber hydrauliſche Drucküberſetzer (Treibapparate) mit Schraubenſpindeln ſ. S. 217.

g) **Zahnſtangenpreſſen.** Zahnſtangen in feſter Verbindung mit dem Preßſchlitten werden im allgemeinen ſelten verwendet. Ein Beiſpiel hierfür zeigt die Hebeldorneintreibpreſſe (Fig. 14, A. H. Schütte in Cöln a. Rh.), die dazu dient, in die Naben von abzudrehenden Arbeitsſtücken Drehdorne ein- und auszutreiben. Das Arbeitsſtück wird auf die drehbare, mit Einſchnitten für verſchiedene Dorndurchmeſſer verſehene Scheibe geſetzt und der Dorn mit dem durch langen Druckhebel und Zahnſtangengetriebe bewegten Preßſtempel ein- oder ausgetrieben. Bei größeren Dorneintreibpreſſen dieſer Firma wird das Zahnrad durch eine Knarre (ſ. d.) gedreht, deren Schaltzahn ſich in der oberen Ruheſtellung ſelbſt auslöſt, ſo daß man den Preßſtempel mit einem Handrad, das auf der Zahnradwelle ſitzt, ſchnell heben und ſenken kann.

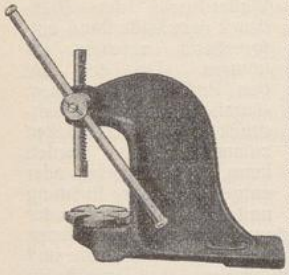


Fig. 14.

Für Arbeitsſtücke ſehr verſchiedener Höhe kann auch der Tiſch verſtellbar eingerichtet werden. — Eine weitere Zahnſtangenpreſſe ſ. Bd. 3, S. 360, Fig. 26 und 26a.

h) **Kolbenpreſſen.** Die folgenden Preſſen weiſen als kennzeichnendes Merkmal Zylinder und Kolben auf. In der Regel iſt der Zylinder am Geſtell der Preſſe befeſtigt und der verſchiebbare Kolben der Preſſe (Arbeitskolben) übt direkt oder unter Zwiſchenſchaltung von Elementen, wie Hebel, Keil, den Preßdruck aus (ſeltener iſt der Kolben feſt und der Zylinder verſchiebbar). Hinter dem Kolben der Preſſe wirkt als Treibmittel Dampf, Preßluft (Druckluft) oder Druckwaſſer.

1. Preſſen mit Dampf- und Preßluftbetrieb. Im nachfolgenden ſind nur diejenigen Preſſen behandelt, bei denen auf den Arbeitskolben Dampf bezw. Preßluft (von 5—8 Atmoſphären Preſſung, vgl. a. Preßluft und Kraftübertragung, pneumatiſche, Bd. 5, S. 660) wirkt. Betreffs derjenigen Preſſen, bei denen hinter dem Arbeitskolben Druckwaſſer wirkt, das von einem Dampf- oder Preßlufttreibapparat geliefert wird, ſ. unten S. 216.

α) Direkt wirkende Dampf- oder Druckluftpreſſen werden wegen des hohen Dampf- bezw. Preßluftverbrauchs und der oft unbequem großen Zylinderabmeſſungen ſelten angewendet, Beiſpiel ſ. Nieten, Bd. 6, S. 621, Fig. 26. Um eine Anpaſſung des Preßdrucks dem Widerſtand entſprechend vornehmen zu können, ſchaltet man mehrere Zylinder hintereinander, verbindet die Kolben durch Kolbenſtangen und läßt je nach Bedarf Dampf bezw. Preßluft in einen oder mehrere Zylinder eintreten [1].

β) Indirekt wirkende Dampf- oder Druckluftpreſſen. Der Dampf- oder Druckluftkolben wirkt in der Regel auf einen Kniehebel oder einen Rollenkamm. Dieſe Preſſen dienen für ſolche Zwecke, bei denen ein größerer Weg des Preßſtempels unter gar keinem oder geringem Widerſtand zurückzulegen iſt und nur ein kräftiger Enddruck erforderlich iſt. Infolge der eingeſchalteten Ueberſetzung wird der Kolbendurchmeſſer gegenüber den direkt wirkenden Preſſen kleiner und deshalb der Dampf- bezw. Preßluftverbrauch ein geringerer. Beiſpiele ſ. Nieten, Bd. 6, S. 620, Fig. 22—24, Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 128, Fig. 1—3.

Zwecks Erſparung von Dampf oder Preßluft kann der für die Preſſung gebrauchte Dampf zum Rückbewegen des Preßſtempels verwendet werden; vgl. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 128, Fig. 2, und Nieten, Bd. 6, S. 620 und 621.

2. Preſſen mit Druckwaſſerbetrieb (hydrauliſche Preſſen). Eine hydrauliſche Preßeinrichtung beſteht aus *α*) der eigentlichen Preſſe, *β*) den zur Betätigung der Preſſe dienenden Einrichtungen (vgl. Fig. 15—24).

Zu *α*). Eine (direkt wirkende) hydrauliſche Preſſe (vgl. Fig. 15) baut ſich aus Preßzylinder ſamt Kolben, Widerlager (Kopfſtück, Kapitäl) und dem den Preßzylinder und das Widerlager verbindenden Geſtellteil, in der Regel aus (zwei bis vier) Zugſtangen (Säulen) beſtehend, auf. — Der Preßzylinder iſt mit Augen zur Aufnahme der Zugſtangen verſehen oder häufig als beſonderer Teil in dem Preßhaupt (Brille) eingeſetzt, ſ. a. Preßzylinder. — Konſtruktive Rückſichten erfordern bisweilen an Stelle eines einzigen die Anordnung von zwei oder drei Preßzylindern, die auf einen gemeinſamen Preßbalken (Sattel) wirken, z. B. bei großen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schmiedepreſſen, ſ. Schmieden, bei Schwellenpreſſen, ſ. Schwellenherſtellung u. a. Zwei und mehr in der Regel unabhängig voneinander zu betätigende Zylinder ſind ferner bei Spezialpreſſen angeordnet, wie z. B. bei den Kümpelpreſſen, ſ. Kümpeln, Bd. 5, S. 733, Fig. 1, 2, 5—7, bei Nietmaſchinen mit Blechſchlußvorrichtung, ſ. Nieten, Bd. 6, S. 619, Fig. 19—21, bei Ziehpreſſen, ſ. Ziehen. Beiſpiele indirekt wirkender hydrauliſcher Preſſen ſ. Nieten, Bd. 6, S. 618, Fig. 16 und 17, Plattenbiegemaſchinen, S. 153, Fig. 2, und Scheren.

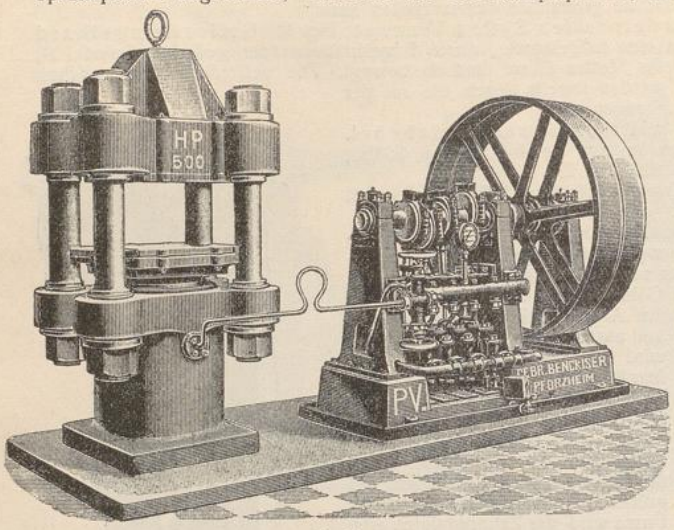


Fig. 15.

Beſonders zu berückſichtigen ſind die Zylinder- und Kolbenanordnungen, welche den Zweck haben, bei gegebener Größe des Waſſerdrucks den Preßdruck dem Widerſtand entſprechend anpaſſen zu können. Da der auf den Preßſtempel (-balken, -ſattel) wirkſame Geſamtdruck aus Einzeldrücken zuſammengeſetzt werden kann, die in gleicher oder entgegengeſetzter Richtung und in derſelben Achſe oder parallel zueinander wirken können, ſo ſind eine ganze Reihe von Anordnungen möglich, von denen als bei hydrauliſchen Preſſen vorzugsweiſe angewendet zu erwähnen ſind: in gleicher Achſe und Richtung wirkende Drücke (Fig. 16 und 17) mit drei Druckflächen entſprechend drei Druckſtufen $P_1 = \frac{1}{4}\pi d^2 p$, $P_2 = \frac{1}{4}\pi (D^2 - d^2) p$ und $P_3 = \frac{1}{4}\pi D^2 p$ kg (p Waſſerdruck in Kilogramm/Quadratzentimetern, d und D in Zentimetern) in gleicher Achſe und entgegengeſetzter Richtung wirkende Einzeldrücke (Fig. 18). Eine weitere hierhergehörige Anordnung ſ. Nieten, Bd. 6, S. 618, Fig. 18. Durch Preſſen, die zwei für ſich zu betätigende Preßſtempel beſitzen, kann vielfach eine Abſtufung des Preßdrucks erfolgen, ſ. z. B. Nieten, Bd. 6, S. 619, Fig. 19. Anordnungen von Preßzylindern und Kolben, die eine größere Anzahl in gleicher oder entgegengeſetzter Richtung wirkende Einzeldrücke ergeben und ſomit eine größere Anzahl von Abſtufungen des Geſamtdrucks zulaſſen ſ. [1]. Fig. 19 zeigt eine Anordnung mit drei gleichen Zylindern, die auf einen gemeinſamen Preßbalken wirken, der, je nachdem man Druckwaſſer in den mittleren, die beiden äußeren oder in alle drei Zylinder eintreten läßt, drei Druckſtufen $P_1 = \frac{1}{4}\pi d^2 p$; $P_2 = 2 \cdot \frac{1}{4}\pi d^2 p$; $P_3 = 3 \cdot \frac{1}{4}\pi d^2 p$ ergibt. Ueber die Aenderung des Preßdrucks durch Aenderung des Waſſerdrucks ſ. unten S. 215 und 216.

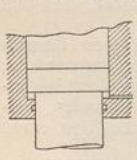


Fig. 20.

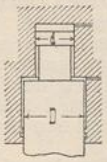


Fig. 16.

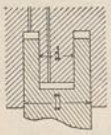


Fig. 17.

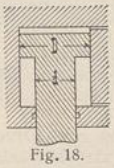


Fig. 18.

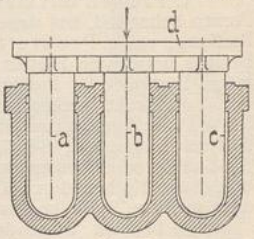


Fig. 19.

Rückführen des Preßſtempels. Sofern nicht der Preßſtempel ſamt zugehörigen Teilen durch das Eigengewicht zurückſinkt, ſind beſondere Einrichtungen notwendig, um den Preßſtempel zurückzuführen. Hierfür werden bei hydrauliſchen Preſſen verwendet:

1. Gegengewichte, die beim Arbeitshub der Preſſe gehoben werden und beim Ablaſſen des Druckwaſſers den Preßſtempel zurückdrücken. Bei kleinen Preſſen verwendet man bisweilen Federn, die beim Arbeitshub der Preſſe geſpannt werden.

2. Rückzugsflächen am Preßkolben (Fig. 20). Durch Eintretenlaſſen von Druckwaſſer in den ringförmigen Raum findet der Rückzug des Preßſtempels ſtatt. Um die Steuerung zu vereinfachen, läßt man die Rückzugsfläche durch Verbindung mit einem Akkumulator oder mit einem Windkeſſel ſtetig unter Waſſerdruck. Da es ſich für die Rückführung des Preßſtempels um geringe Kräfte handelt, ſo verwendet man bisweilen einen kleinen, ſchwach belaſteten Akkumulator, deſſen Belaſtungsgewicht beim Arbeitshub der Preſſe infolge des Zurückdrängens des Waſſers gehoben wird, während es beim Ablaſſen des beim Preſſen gebrauchten Waſſers den Preßſtempel ohne weiteres zurückführt. — Bei Anordnung eines Windkeſſels, der mit dem Preßzylinder in Verbindung ſteht, wird die Spannung darin enthaltener Luft beim Arbeitshub der Preſſe infolge der Volumverminderung erhöht; beim Ablaſſen des Preßwaſſers treibt die geſpannte Luft den Preßſtempel zurück.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Rückzugszylinder- und -kolben, die am Geſtell der Preſſe befeſtigt ſind und direkt oder durch Zug- oder Druckſtangen u. ſ. w. den Preßſtempel zurückführen. Wirkt in den Rückzugszylindern Druckwaſſer, ſo gilt das gleiche wie bei den Rückzugsflächen bemerkt. Sehr häufig wird aber auch Dampf (ſeltener Preßluft) zur Betätigung der Rückzugszylinder- und -kolben angewendet. — Bei hydrauliſchen Preſſen mit Treibapparaten (ſ. unten S. 216) kann auch der Verdrängerkolben den Rückzug des Preßſtempels beſorgen, vgl. [1].

Beſonderheiten der hydrauliſchen Preſſen. Um eine Preſſe der wechſelnden Größe (Höhe) der Werkzeuge und Arbeitsſtücke durch Veränderung der Entfernung zwiſchen Widerlager und Preßſtempel anzupaſſen, findet man folgende Anordnungen: 1. Am Preßſtempel oder am Widerlager werden zur Ausgleichung Zwiſchenſtücke entſprechender Dicke befeſtigt oder durch Schrauben verſtellbare Preßplatten angebracht. 2. Widerlager oder (ſeltener) Preßzylinder werden einander durch Verſchieben auf den Zugſtangen (Säulen) genähert oder voneinander entfernt. Um dieſe Verſtellung leicht vornehmen zu können, werden Schraubenſpindeln und (Druckwaſſer-)Hebezylinder angewendet. Beiſpiele hierfür bei Schmiedepreſſen ſ. Schmieden, bei Ziehpreſſen ſ. Ziehen u. a. — Ausſchwenkbare und ausfahrbare Widerlager finden ſich bei Preßformmaſchinen (ſ. d.), Preſſen mit leicht abnehmbarem Widerlager, durchbrochenem Widerlager, mit Widerlager als Füllzylinder ſ. Rohrherſtellung, Strangpreſſen und Teigpreſſen, Preſſen mit drehbarem Tiſch ſ. Steinpreſſen und Preßformmaſchinen.

Zu *β*). Das zur Betätigung der Preſſen notwendige Druckwaſſer kann in den Preßzylinder entweder 1. durch Preßpumpen direkt (Fig. 15) oder 2. von einem oder mehreren durch Preßpumpen geſpeiſten Druckwaſſerakkumulatoren (Fig. 21, ſ. unten) oder 3. von einem Dampf- (ſeltener Preßluft- oder Druckwaſſer-)treibapparat (Drucküberſetzer, Fig. 22, ſ. unten), 4. von einem Schraubenſpindel- oder Zahnſtangentreibapparat (ſ. unten) geliefert werden. Bei der Bewegung des Preßſtempels iſt zwiſchen dem Heranbewegen des Preßſtempels (Zuſammenſchieben, Füllen der Preſſe) und der eigentlichen Preſſung zu unterſcheiden. Um jenes mit möglichſter Raſchheit und geringſtem Arbeitsverluſt zu vollziehen, werden beſondere Einrichtungen getroffen.

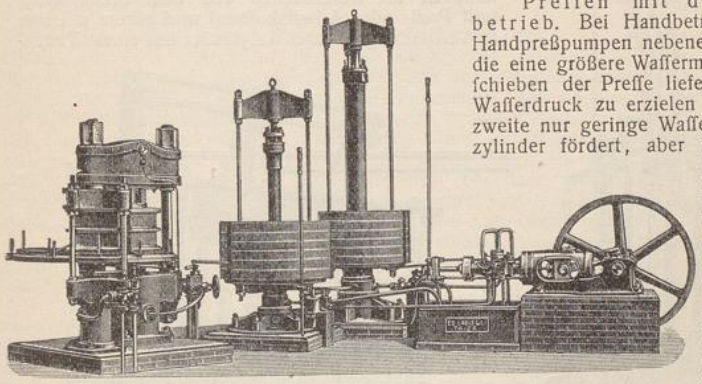


Fig. 21.

Preſſen mit direktem Pumpenbetrieb. Bei Handbetrieb ordnet man zwei Handpreßpumpen nebeneinander an, von denen die eine größere Waſſermengen zum Zuſammenſchieben der Preſſe liefert, aber nur geringen Waſſerdruck zu erzielen geſtattet, während die zweite nur geringe Waſſermengen in den Preßzylinder fördert, aber einen großen Widerſtand zu überwinden geſtattet. Preßpumpen mit motoriſchem Antrieb erhalten eine Anzahl (bis zu acht) Pumpenzylinder; dieſe beſitzen entweder alle gleichen oder verſchieden großen Durchmeſſer und befinden ſich gleichzeitig während der Füllung einer bezw. mehrerer Preſſen im Betrieb, während ſie mit wachſendem Widerſtand nacheinander, und zwar zunächſt der größte, ſelbſttätig ausgeſchaltet werden. Beim Betrieb einer größeren Anzahl von Preſſen findet man auch die Anordnung, daß die Preßpumpe zum Füllen zwei oder mehr Zylinder mit großem Durchmeſſer beſitzt und daß dieſe eine allen Preſſen gemeinſame Niederdruckleitung ſpeiſen. — In die Leitungen zwiſchen Preßpumpe und Preſſen ſind Preßſtöcke eingebaut, welche die zur Steuerung notwendigen Steuerorgane enthalten; bei Handpreßpumpen iſt eine Preßſchraube zum Ablaſſen des Waſſers aus dem Zylinder angeordnet.

Bei den Preſſen mit Akkumulatorbetrieb (Fig. 21, hydrauliſche Preſſe mit zwei Akkumulatoren für niedrigeren und höheren Waſſerdruck) iſt zwiſchen die Preßpumpe und eine oder mehrere Preſſen ein Akkumulator (Druckwaſſerſpeicher) und in die Zuleitung zu den Preſſen eine Steuerung (Sperrſtock) eingeſchaltet. Der Akkumulator beſteht aus einem ſenkrecht ſtehenden, oben offenen Zylinder, in dem ein unter äußerer Belaſtung ſtehender Tauchkolben durch das von der Pumpe gelieferte Druckwaſſer gehoben wird; öffnet man den Zufluß nach der Preſſe, ſo wird durch den belaſteten Tauchkolben des Akkumulators das in ihm enthaltene Waſſer nach der Preſſe gedrückt und dieſe betätigt. Der Akkumulatorbetrieb hat den Vorteil, daß dem Akkumulator größere Druckwaſſermengen entnommen werden können, ſo daß raſches Preſſen trotz kleinerer Preßpumpe, welche das Druckwaſſer des Akkumulators während der Betriebspauſen ergänzen kann, ermöglicht wird. — An Stelle der obenangegebenen Anordnung eines Akkumulators findet man auch einen feſtſtehenden Kolben, über den ſich ein belaſteter Zylinder verſchiebt; dieſer Kolben kann auch als Differentialkolben ausgebildet ſein, ſo daß der Zylinder mit einer unteren und oberen Stopfbüchſe an dem auch oben befeſtigten Kolben gut geführt iſt.

Die äußere Belaſtung des Akkumulators kann mit feſten Maſſen (Gewichtsakkumulatoren) erfolgen. Dieſe hängen entweder als gußeiſerne Ringe an Tragſtangen oder als Mauerwerk auf einer Unterlage, welche an dem beweglichen Kolben (bezw. Zylinder) des Akkumulators befeſtigt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

iſt oder liegen als loſe Maſſen, wie Roheiſenmaſſeln, Eiſenabfälle, Drehſpäne, Steine, Schlacken, Erde u. dergl., in einem an dem Kolben (bezw. Zylinder) angehängten Behälter, der ferner auch mit Waſſer gefüllt als Belaſtungsgewicht und als Reſervoir dient. Zu achten iſt bei allen Anordnungen auf eine gute Zugänglichkeit der Stopfbüchſen.

Die Gewichtsakkumulatoren werden auch, um eine Abſtufung des Waſſerdrucks zu erzielen, mit an- und abhängbaren Gewichten (ſ. Nieten, Bd. 6, S. 616, Fig. 8) ausgeſtattet; ſolche Akkumulatoren werden in den Fällen verwendet, wo längere Zeit hindurch ein höherer oder niedrigerer Druck notwendig iſt, wie z. B. bei Nietmaſchinen. — Eine andre, bequemere Regelung des Waſſerdrucks läßt ſich durch Anwendung mehrerer, z. B. dreier Zylinder an einem Akkumulator bewirken. Iſt das Belaſtungsgewicht durch die drei Kolben gehoben, ſo wird das Waſſer in den drei Zylindern unter einem vom Gewicht der auf ihnen ruhenden Maſſen und der Summe der drei Kolbenflächen abhängigen Druck ſtehen; ſetzt man den inneren oder die beiden äußeren der drei Zylinder in Verbindung mit der Abflußleitung, ſo ſteht das Waſſer — der kleineren Kolbenfläche entſprechend — unter höheren Drücken. Dasſelbe ergibt ſich bei einer der Fig. 17 entſprechenden Zylinderkonſtruktion des Akkumulators von Heinrich [1].

Bei großen Maſſen und größerer Geſchwindigkeit des ſinkenden Akkumulatorgewichts können beim plötzlichen Abſperren der Zuleitung zur Preſſe ſehr heftige Stöße entſtehen, welche die Leitungen gefährden können. Weſentlich geringere Maſſen — und deshalb ohne die angegebenen Nachteile — weiſen die Dampf- und Luftdruckakkumulatoren auf. Ihr Weſen beſteht darin, daß der bewegliche, auf dem Druckwaſſer ruhende Kolben des Akkumulators einen zweiten Kolben von größerem Durchmeſſer trägt, der ſich in einem mit dem Druckwaſſerzylinder verbundenen Zylinder bewegt und unter Dampfdruck durch Verbindung mit einem Dampfkeſſel bezw. dem Druck der eingeſchloſſenen zuſammengepreßten Luft (oder Kohlenſäure) ſteht. Weiteres über die Luftdruckakkummulatoren ſ. Bd. 6, S. 245 mit Figur.

Die Preſſen mit Treibapparaten (Fig. 22, Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) beſtehen im weſentlichen aus dem Preßzylinder (mit Preß- oder Arbeitskolben) und einem mit ihm in Verbindung ſtehenden Zylinder mit einem Tauch-

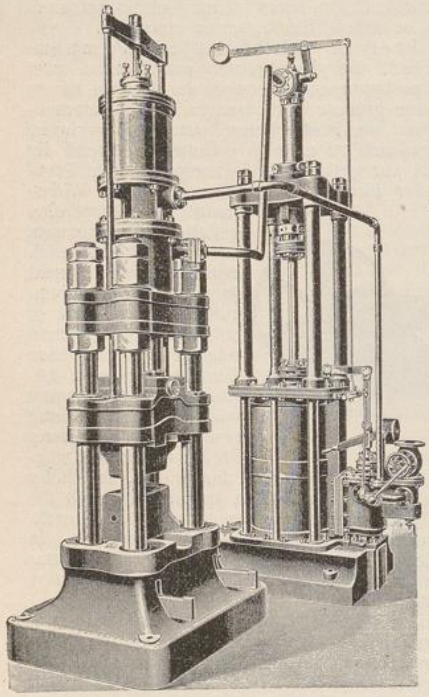


Fig. 22.

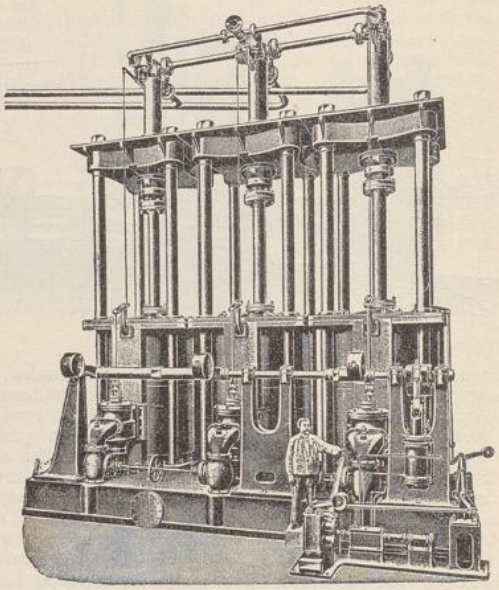


Fig. 23.

kolben (Verdrängerkolben), wobei alle Räume mit Waſſer ausgefüllt ſind. Beim Hineindrücken des Tauchkolbens in ſeinen Zylinder treibt das verdrängte Waſſer den Preßkolben aus ſeinem Zylinder heraus. Der Waſſerdruck ſteht in direktem Verhältnis zur Größe der auf den Verdrängerkolben wirkenden Kraft und in umgekehrtem Verhältnis zu ſeiner Kolbenfläche.

Die Bewegung und Belaſtung des Verdrängerkolbens erfolgt bei den Dampf-, Preßluft- oder Druckwaſſertreibapparaten durch Verbinden des Verdrängerkolbens und ſeines Zylinders mit einem Dampf- u. ſ. w. treibkolben und zugehörigem Zylinder. Da die Kolbenfläche des Treibkolbens gegenüber derjenigen des Verdrängerkolbens weſentlich größer iſt, alſo eine Ueberſetzung des Dampfdrucks in Waſſerdruck in umgekehrtem Verhältnis der Kolbenflächen ſtattfindet, ſo bezeichnet man dieſe Treibapparate auch als Drucküberſetzer (Multiplikatoren). Bei Dampf als Treibmittel bezeichnet man ſie auch als dampfhydrauliſche

Treibapparate (Drucküberſetzer), bei Preßluft als hydropneumatiſche. Die Treibapparate ſind entweder ſeitwärts von der zugehörigen Preſſe aufgeſtellt und mit ihr durch eine (bisweilen für Hebezeuge ſtörende) Rohrleitung verbunden oder auf bezw. an der Preſſe ſelbſt angebracht. Beiſpiele bei Schmiedepreſſen ſ. Schmieden, bei Nietmaſchinen ſ. Nieten, Bd. 6, S. 621, Fig. 25 (hydropneumatiſche Nietmaſchine), bei Blockſcheren ſ. Scheren u. a. — Ein großer Vorteil dieſer Treibapparate beſteht darin, daß im hochgeſpannten Druckwaſſer keine Steuerungsorgane vorhanden ſind, die ſchwer zu bewegen und raſchem Verſchleiß ausgeſetzt ſind. Genügt ein einzelner Hub des Treibapparats nicht, ſo ſind beim Zurückgehen des Verdrängerkolbens die Druckwaſſerräume aus einem (Hoch-) Behälter oder zwecks raſcheren Zufluſſes aus einem Niederdruckakkumulator oder Hilfstreibapparat, der bei kleinem Inhalt mit einem Waſſerbehälter zu verbinden iſt, nachzufüllen; in die Verbindungsleitung iſt ein ſelbſttätig nach den Druckräumen zu ſich öffnendes Ventil oder Steuerungsorgan anzubringen. Beim Rückgang des Preßſtempels (Arbeitskolbens) muß das nachgefüllte Waſſer entweichen können; in der Regel wird es nach Oeffnen eines Ventils u. ſ. w. wieder in den Behälter bezw. in die Apparate, denen es entnommen wurde, wieder zurückgedrängt. — Die Treibapparate werden in verſchiedenen Anordnungen ausgeführt: zwecks Vergrößerung der Geſchwindigkeit des Preßſtempels als doppelte und dreifache (Fig. 23, Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln), die einzeln oder gemeinſam betätigt werden

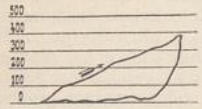


Fig. 25. Diagramm vom Waſſerdruckzylinder einer Schmiedepreſſe.

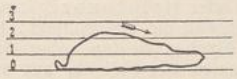


Fig. 26. Zugehöriges Diagramm des Treibapparates, Fig. 24.

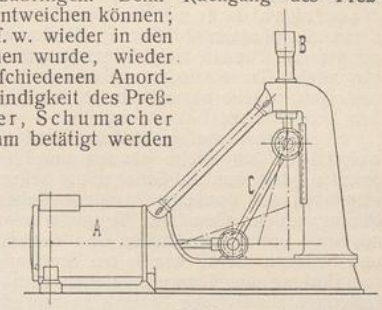


Fig. 24.

können (ſ. a. Schmieden, Schmiedepreſſen), ferner zur Erhöhung und Abſtufung des Drucks mit zwei oder mehr (eventuell verſchieden großen), an gemeinſamer Kolbenſtange ſitzenden Kolben oder an gemeinſamer Traverſe angreifenden Kolben mit zugehörigen Zylindern, wobei mehrere Verdrängerkolben [1], [8] angeordnet ſein können, ferner zur Dampferſparnis als Verbundtreibapparate mit zwei verſchieden großen Zylindern zur Ausnutzung der Expanſion des Dampfes ohne oder mit Anwendung eines Zwiſchenbehälters (Receivers) [9]. Zu erwähnen iſt noch der Dampftreibapparat mit Kniegelenkwirkung Fig. 24—26, D.R.P. Nr. 171068 (Maſchinenfabrik Sack, Rath-Düſſeldorf), bei dem der Dampfzylinder *A* und der Verdrängerzylinder *B* ſenkrecht zueinander angeordnet und ihre Kolbenſtangen durch einen Lenker (Kniegelenk) *C* miteinander verbunden ſind; die Anordnung bezweckt, trotz hohen Enddrucks eine gute Expanſion des Dampfes und damit eine Dampferſparnis gegenüber direkt wirkenden Dampftreibapparaten zu erzielen. Fig. 25 und 26 zeigen die zuſammengehörigen Diagramme des Waſſerdrucks einer Schmiedepreſſe und des Dampfdrucks dieſes Treibapparats [9].

Bei den Schraubenſpindel- und Zahnſtangentreibapparaten erfolgt die Bewegung des Verdrängerkolbens mit Hilfe von Schraubenſpindel und -mutter bezw. Zahnſtange und Zahnrad. Der Antrieb erfolgt bei kleinen Preſſen von Hand, bei größeren von einer Transmiſſion oder einem Elektromotor aus. Zur Erzielung eines hohen Enddrucks werden Schwungräder angewendet. Beiſpiele von Preſſen mit Schraubenſpindeltreibapparaten ſ. [10], von Preſſen mit Zahnſtangentreibapparaten ſ. Nieten, Bd. 6, S. 621, Fig. 28.

Die hydrauliſchen Preſſen zeichnen ſich im allgemeinen durch einen hohen Wirkungsgrad aus. Bei hohen Drücken und größeren Waſſermengen iſt zu beachten, daß der Wirkungsgrad infolge der Kompreſſion des Waſſers und der Streckungen und Durchbiegungen der Geſtelle u. ſ. w. nicht unbeträchtlich vermindert wird; vgl. [11].

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte, Braunſchweig 1896. — [3] Karmarſch und Heerens Techn. Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. 7, Prag 1884. — [4] Wencelides, Fr., Hilfsmaſchinen und Werkzeuge für Eiſen- und Metallbearbeitung (Bericht über die Weltausſtellung in Philadelphia 1876), Wien 1877. — [5] Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen u. Werkzeuge 1902, S. 472. — [6] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 176. — [7] Smith-Kannegießer, Das Preſſen, Prägen u. Stanzen der Metalle, Leipzig 1903. — [8] Johannſen-Nieß, Baumwollſpinnerei, Rohweißweberei u. Fabrikanlagen, Bd. 1, S. 158 (Baumwollballenpreſſe). — [9] Fördertechnik, 1. Jahrg., 1907, S. 95 ff. (Neuere dampfhydrauliſche Ueberſetzer für Schmiedepreſſen). — [10] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen u. Werkzeuge 1902, S. 86; 1904, S. 7. — [11] „Stahl und Eiſen“ 1907, S. 808 (Ueber die Zuſammendrückbarkeit von Preßwaſſer).

A. Widmaier.

Preſſendruckverfahren, photographiſche (photomechaniſche Reproduktionsverfahren, Lichtpreſſendruckverfahren), graphiſche Vervielfältigungsmethoden, bei welchen hauptſächlich mit Hilfe photographiſcher Prozeſſe gewonnene Druckformen verwendet werden, die mit unvergänglichen Druckfarben ohne weitere Beteiligung des Lichtes je nach ihrer Art in Buchdruck-, Stein- oder Lichtdruck- oder in Kupferdruckpreſſen (vgl. Buchdruckmaſchinen, Kupferdruckmaſchinen, Lichtdruckmaſchinen und Steindruckmaſchinen) abgedruckt werden können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die wichtigſten Vorzüge der photographiſchen Preſſendruckverfahren gegenüber den Lichtkopierverfahren (photographiſchen Kopiermethoden, ſ. Argentotypie, Ariſtopapier, Caſoidinpapier, Celloidinpapier, Chlorſilbergelatine, Gaslichtpapier, Gummidruck, Lichtpauſen, Ozobromdruck, Ozotypie, Photographie, Pigmentdruck, Platindruck, Protalbinpapier; teilweiſe ausgenommen muß die Kilometerphotographie [ſ. d.] werden) beſtehen darin, daß die Herſtellung der Bilder vom Tageslicht (oder einer andern intenſiven Lichtquelle) unabhängig iſt, daß dabei Schnellpreſſen (ſ. d.) benutzbar ſind und die Drucke deshalb raſcher, gleichmäßiger und weſentlich billiger geliefert werden, ferner, daß die Vervielfältigung der Bilder zum Teil gleichzeitig mit der des begleitenden Textes erfolgen kann. Gegenüber den graphiſchen Reproduktionsverfahren, bei welchen die Gewinnung der Druckformen hauptſächlich durch manuelle Arbeitsmethoden bewirkt wird (vgl. z. B. Cellulotypie, Durchdruckverfahren, Galvanoglyphie, Holzſchneidekunſt, Kupferſtecherkunſt, Lithographie, Radierverfahren) beſitzen die photographiſchen Preſſendruckverfahren die großen Vorteile, daß die Druckplatten raſcher und zumeiſt viel billiger hergeſtellt werden können und daß die Originale mit photographiſcher Treue wiedergegeben werden, während alle manuellen Methoden eine Umwertung bedingen, welche namentlich bei der Reproduktion von Werken der bildenden Kunſt — als von ſehr bedenklichen Folgen begleitet — vermieden werden muß.

Bei allen photographiſchen Preſſendruckverfahren hat man zu unterſcheiden, ob Strichoriginale (als ſolche können nur Pläne, Zeichnungen u. ſ. w. betrachtet werden, die aus präziſen, gleichdunkeln Strichen auf hellem Grunde oder umgekehrt aus gleichhellen Zeichnungselementen auf dunkelm Grunde beſtehen) oder Halbtonoriginale (d. i. alles übrige, z. B. Photographien, Gemälde, Teppiche oder irgend ein Naturobjekt; bei ihnen allen hat man es mit wohl verſchieden hellen und dunkeln Flächen zu tun, aber dieſe ſind geſchloſſen getont und beſtehen nicht, wie es bei Strichoriginalen der Fall iſt, aus mehr oder weniger großen, zur Bildung der Tonwerte weiter oder dichter gelagerten Elementen, zwiſchen welchen die Unterlage zur Geltung kommt) zu reproduzieren ſind. Bei der Wiedergabe eines Strichoriginales ſind die Verhältniſſe an und für ſich wenig kompliziert. Es wird in der Regel ein Negativ mittels des naſſen Kollodiumverfahrens (ſ. Photographie) erzeugt und durch indirektes oder direktes Kopieren das Druckbild auf die Formplatte gebracht (in der Praxis gehört allerdings die Herſtellung ſcharfer Strichformen mitunter zu dem Schwierigſten). Bei der Wiedergabe von Halbtonobjekten mittels photographiſcher Preſſendruckverfahren muß jedoch ſtets eine Zerlegung der homogenen Halbtöne ſtattfinden, weil dieſe teils (beim Hochdrucke und Flachdrucke) in einem Druckvorgange nicht erzielbar wären, teils (beim Tiefdrucke) drucktechniſch, wegen des Nichthaltens der Druckfarbe, nicht zu bewältigende Schwierigkeiten verurſachten. Die Zerteilung erfolgt, indem man die geſchloſſenen Halbtöne in ſolche aus druckfähigen Strich- oder Punktelementen beſtehende falſche Halbtöne, Raſtertöne, umwandelt. Dieſe Umwandlung kann in ſehr verſchiedener Weiſe (ſ. unten) entweder unmittelbar bei der photographiſchen Aufnahme oder erſt nachträglich auf dem Negative oder endlich erſt auf der Formplatte (die wiederholt verſuchte Zerlegung auf dem Originale ſelbſt iſt nur in ſehr ſeltenen Fällen zweckentſprechend) und in ſolcher Feinheit erfolgen, daß das unbewaffnete Auge die Zerlegung kaum wahrnimmt. Den Ausgangspunkt bei der Herſtellung von Druckformen auf photomechaniſchem Wege bildet faſt ausnahmslos die photographiſche Aufnahme des Objektes zur Gewinnung eines Negativs. Beim Kopieren dieſes auf die Formenplatte unmittelbar oder auf einen Zwiſchenträger kommen hauptſächlich Verfahren der Chromatphotographie (ſ. d. und Emailverfahren) in Betracht; weniger Prozeſſe der Aſphaltphotographie (ſ. d.), weil deren Lichtempfindlichkeit eine ſehr geringe iſt. Die photographiſchen Preſſendruckverfahren können in drei Gruppen eingeteilt werden.

1. **Lichthochdruckverfahren,** welche in der Buchdruckpreſſe druckbare Formen ergeben. Dieſe laſſen infolge ihrer Beſchaffenheit, daß die druckenden Stellen höher als die nichtdruckenden liegen, daher die erſteren allein mit den färbenden Walzen und dem aufgepreßten Papierblatte in Berührung kommen, Wiederholungen des Druckvorganges in außerordentlich kurzen Zeitintervallen zu. Man wählt deshalb ein Lichthochdruckverfahren, wenn das Bild entweder zugleich mit dem Texte gedruckt werden ſoll oder wenn die Auflage ſehr billig und in kurzem Zeitraume zu erſtellen iſt. Die wertvollſten und leiſtungsfähigſten Prozeſſe ſind für Strichreproduktionen die Phototypie (ſ. d.) und für die Wiedergabe von Halbtonoriginalen, Lichttonbuchdruck, die Autotypie (ſ. d.) mittels Linien- oder Kornraſters, endlich für große Formate (Plakate u. dergl.) die Gigantographie (ſ. d.). — Varianten des gewöhnlichen Autotypieverfahrens ſind die Ifotypie, Jaffeetypie, Legotypie, Levytypie, die Makrographie, Moßtypie, Netztypie, Sadagtypie, Similigravüre (in Frankreich überhaupt für Autotypie neben der Bezeichnung Photogravüre üblich), Swantypie. — Halbtonverfahren ohne Verwendung eines Raſters, die Klifchees mit Korn oder „Linien“ ergeben, gibt es viele. Zum Beiſpiel benutzt man ein Quellrelief oder ein mittels Pigmentdrucks (ſ. d. und Chromatphotographie) erzeugtes Pigmentrelief mit feiner Körnung und formt es galvanoplaſtiſch ab (Elektrophototypie, Hochdruckheliographie, Panatypie, ſ. a. Photogalvanographie und Schmidtingtypie) oder man macht vom Gelatinerelief einen Wachsabdruck u. dergl., ſchwärzt ihn oberflächlich mit Ruß und bearbeitet ihn mit einem automatiſch ſtets in gleicher Ebene geführten V-förmigen Stichel, der entſprechend der jeweiligen Reliefdicke breitere oder ſchmälere Elemente herausſchneidet. Das reſultierende Raſterbild wird neuerdings photographiert, übertragen und geätzt. Aehnliche Prozeſſe ſind die Akrographie und das Amſtutzverfahren. Ein ſehr umſtändliches Verfahren der Tonzerlegung beſteht darin, daß man auf das Relief ein kompaktes Nadelbündel ſtellt, dieſes, ſobald die Nadeln die vom Relief bedingte Niveauſtellung eingenommen haben, zuſammenſchweißt

und die Nadelſpitzen dann durch Feilen in gleiche Ebene mit den tiefſtehenden gebracht werden. Dadurch entſteht eine autotypieähnliche Form, die mit fetter Farbe eingeſchwärzt, übertragen und geätzt wird. Oder das Gelatinerelief wird mit einem eingeſchwärzten Netzgewebe und darüber mit einem glatten Umdruckpapier bedeckt und zwiſchen zwei plane Stahlplatten gelegt, gepreßt. Beim Photoblockdruck benutzt man einfach den Abdruck eines eingeſchwärzten Reliefs auf gekörntem Umdruckpapier, überträgt und ätzt (vgl. a. Crayontypie und Ivesdruck). Bei der Granulotypie, der Expreßtypie werden gewöhnliche Halbtonnegative auf gekörnte, mit Chromatſchichten verſehene Platten kopiert, dieſe dann entwickelt und geätzt. Beim Inkphotoverfahren werden Umdrucke von Lichtdruckplatten (ſ. Lichtdruck) auf Metallplatten gemacht und geätzt. Die Tonzerlegung wurde mehrfach auch durch Aufbringen einer Kornſchicht auf dem Negative (Photogranulotypie, Luxotypie) beim Kopieren durch Zwiſchenlegen eines gitterähnlichen Häutchens, Gewebes u. ſ. w. verſucht. — Methoden, die auf einem Prinzipe, ähnlich dem der Heliogravüre zugrundeliegenden beruhen, ſind die Cuprotypie (ſ. d.), die Chalkotypie und die Spitzertypie (ſ. d.), welch letzterer praktiſche Brauchbarkeit zuzuſprechen iſt, während die meiſten der ſonſt genannten mit der Linien- oder Kornautotypie in keinem Belange zu konkurrieren vermögen (ſ. a. Orthotypie und Sandſtrahlverfahren). — Für den Farbenlichthochdruck dienen ausgezeichnet die Dreifarbenautotypie (ſ. Dreifarbenphotographie) und der Vierfarbendruck (ſ. d.), von welchen beiden die Albertochromie (Albert in München erzeugt Halbtonnegative; der Raſter wird erſt beim Kopieren unter eigenartiger, ſchwingender Bewegung der Rahmen in derſelben Weiſe fungieren gelaſſen, wie er ſonſt bei der Aufnahme in der Kamera wirkt) und die Citochromie (ſ. d.) Abarten ſind. Für Anſichtspoſtkarten benutzt man Autotypie und Farbenſteindruck kombiniert, indem „offen" geätzte Schwarzautotypien vorgedruckt und dieſe mit drei Farbenſteinplatten gleichſam nur koloriert werden (Autochromkarten, Ariſtochromkarten u. ſ. w.).

2. **Lichtflachdruckverfahren.** Bei dieſen handelt es ſich um die Schaffung von Formen, bei welchen druckende und nichtdruckende Stellen in einer Ebene liegen. Die druckenden müſſen für fette Druckfarbe empfänglich geſtaltet werden, die nichtdruckenden müſſen dieſe abſtoßen, wozu namentlich eine kontinuierlich oder periodiſch erfolgende wäſſerige Feuchtung der Form beiträgt. Dieſer Umſtand iſt einer ſehr raſchen Abwicklung des Druckprozeſſes hinderlich. Die Lichtflachdruckverfahren werden hauptſächlich bei Reproduktionen in ſehr großem Formate benutzt, weil die Formerſtellung dann weſentlich billiger möglich iſt, als es der Fall wäre, wenn Kliſchees für die Buchdruckpreſſe erzeugt werden müßten. Die Prozeſſe der Photolithographie, Photoalgraphie und Photozinkographie unterſcheiden ſich, ſofern man vom verſchiedenen Formenmaterial (Stein, Aluminium, Zink) abſieht, nur durch geringfügige Modifikationen. Strichreproduktionen nach Plänen, Zeichnungen, Holzſchnitten, Strichen u. ſ. w. werden zunächſt mittels Gelatinefettkopien (ſ. Lithographie) gemacht. Auch bei der Reproduktion von Halbtonoriginalen kann photolithographiſches Umdruckpapier (ſ. d.) zur Verwendung kommen. Benutzt man Halbtonnegative, ſo wird die Umwandlung der Halbtöne in Drucktöne, z. B. durch Verwendung glatten Papiers und gekörnter Formenplatten oder umgekehrt durch die von glatten Formenplatten und von Papier mit gekörnter Schicht u. ſ. w. erreicht. Bei der ſogenannten Crayonphotographie z. B. wird das Halbtonnegativ auf ein Gelatinepapier kopiert, deſſen Schicht mit feinem Holzkohlenpulver verſetzt iſt. Desgleichen beruht die Prototypie auf dem Gebrauche eines Papiers mit körniger Schicht. Die beſten Reſultate erzielt man aber auch hier durch direktes Kopieren von Raſternegativen, die mittels der Autotypie (ſ. d.) oder der Gigantographie (ſ. d.) erhalten wurden, oder mit Hilfe der Orthotypie (ſ. d.), bei der Halbtonnegative verwendet werden, die auch bei andern Aſphaltprozeſſen (auf gekörnten Formenplatten) zur Verwendung kommen. Die Alumtypie iſt ein direktes Kopierverfahren auf Aluminiumplatten. — Beſchleunigte photolithographiſche Prozeſſe zur Vervielfältigung von Plänen, Bau- und Werkzeichnungen u. dergl., bei denen kein Negativ hergeſtellt, ſondern das Original ſelbſt zum Kopieren auf die mit lichtempfindlicher Schicht überzogene Formenplatte (oder ſolches Umdruckpapier) benutzt wird, ſind die Citographie (Citotypie iſt ein beſchleunigtes photographiſches Kopierverfahren), Dirographie, Galmeigraphie, der Gifaldruck u. ſ. w. Bei der Calonstypie wird von der Originalzeichnung auf einem geeigneten Entwicklungspapier (vgl. Gaslichtpapier) ein Negativ erzeugt. — Der Fotoldruck beſteht darin, daß von der Zeichnung eine Blaupauſe (ſ. Lichtpauſen) gemacht und nicht ausgewaſchen auf eine Art Hektographenmaſſe gepreßt wird. Das an den unbelichteten Stellen (alſo an denen der Zeichnung) vorhandene unveränderte Ferrifalz wirkt gerbend auf die Leimmaſſe und macht dadurch die betroffenen Stellen für fette Farbe empfänglich. Es können dann etwa bis zu 90 Abdrücke gewonnen werden. — Sehr feine falſche Halbtöne ergibt der gleichfalls als ein Lichtflachdruckverfahren zu betrachtende Lichtdruck (ſ. d.), welcher auch bei Benutzung eines geeigneten Uebertragungsverfahrens gut zur Gewinnung von Hochdruckkliſchees, ferner zu der von photolithographiſchen, photoalgraphiſchen und photozinkographiſchen Druckformen anwendbar iſt. Vereinfachte Lichtdruckmethoden ſind die Collogravüre und das Sinopverfahren, eine Variante des Aubeldruck (ſ. d.). Beſondere, für die farbige Reproduktion benutzte neue photomechaniſche Flachdruckprozeſſe (die Verwendung der Photolithographie als Hilfsmittel bei der Chromolithographie beſteht zumeiſt darin, daß Konturplatten und Abklatſche für die Farbenteilplatten erzeugt werden, vgl. Lithographie; über den ſehr ſchöne Reſultate ergebenden Farbenlichtdruck ſ. Lichtdruck) beruhen darauf, daß mittels der Dreifarbenautotypie (ſ. Bd. 3, S. 103) gewonnene Aetzungen auf ſehr dünne Metallplatten gemacht, unmittelbar auf Steinplatten u. ſ. w. übertragen werden. Das zur täuſchenden Fakſimilereproduktion von Gemälden benutzte neue Autogravüreverfahren von Angerer & Göſchl

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Wien beſteht darin, daß von den zunächſt erzeugten Dreifarbenteilnegativen fünf verſchieden ſtark exponierte Diapoſitive und von dieſen wieder unter Verwendung eines Linien- und eines Kornraſters (Wheelers Mezzographraſter) falſche Halbtonnegative erzeugt werden. Dieſe kopiert man direkt auf Steine, welche mit lichtempfindlicher Subſtanz überzogen ſind, ätzt ſie und druckt ſchließlich je fünf Platten in gelber, roter und blauer Druckfarbe übereinander. Das Relief des paſtos gemalten Oelgemäldes und einzelne „Kraftpartien“ erhält das Farbenbild durch den letzten Aufdruck mittels einer beſonders hergeſtellten Tiefdruckplatte. — Uebrigens können auch viele der für monochromen Druck benutzten Lichtflachdruckverfahren zur Gewinnung von Farbenteildruckplatten benutzt werden.

3. Die **Lichttiefdruckverfahren** ergeben Formen, bei denen die druckenden Stellen tiefer liegen als die nichtdruckenden (bei Strichbildern) bezw. um ſo tiefer in der Platte ſich befinden, je dunklere Bildpartien ſie wiedergeben ſollen (bei Halbtonbildern). Dieſe Beſchaffenheit der Tiefdruckplatten erfordert eine verhältnismäßig zeitraubende Behandlung beim Drucken (ſie müſſen zuerſt mit Druckfarbe überladen, der Ueberſchuß durch Wiſchen dann entfernt werden, vgl. Kupferſtecherkunſt), ſie iſt aber anderſeits die Urſache, daß die künſtleriſch vollkommenſten Reproduktionen mit ſolchen Formen erzielt werden. Man verwendet deshalb die Lichttiefdruckverfahren, wenn an die Reproduktion, z. B. der von Gemälden, beſonders hohe Anforderungen geſtellt werden. Für die Wiedergabe von Strichoriginalen, etwa die von Kupferſtichen, ferner für die Herſtellung beſter Landkarten, Banknoten u. ſ. w. wird die Heliographie benutzt, die in der Anfertigung eines Pigmentreliefs und deſſen galvanoplaſtiſcher Abformung beſteht (vgl. Kartendruck und Photogalvanographie). Die Reproduktion von Halbtonbildern (Photographien, Oelgemälden) geſchieht in faſt vollendeter Weiſe mit Hilfe der Heliogravüre (ſ. d.). Ueber Methoden, welche für Schnellpreſſendruck geeignete Tiefdruckplatten ergeben ſ. Intagliodruck. Mittels der Autotypie (ſ. d.) laſſen ſich Tiefdruckplatten anfertigen, wenn man anſtatt des Raſternegativs ein nach dieſem gewonnenes Raſterdiapoſitiv zum Kopieren auf die Kupferplatte benutzt, was z. B. bei der Altogravüre der Fall iſt; dasſelbe gilt für die Spitzertypie (ſ. d.). — Heute nur mehr ſelten angewendet wird der Woodburydruck (ſ. d.). Farbige Reproduktionen ausſchließlich mittels eines Lichttiefdruckverfahrens durch Aufeinanderdruck mehrerer Teilplatten ſtellt man nur ſehr ſelten her, weil die Paſtoſität des Farbenauftrags hinderlich iſt. Immerhin ſind Verſuche mit Dreifarbenheliogravüre, z. B. von der k. k. Graphiſchen Lehr- und Verſuchsanſtalt in Wien, gemacht worden; dagegen erhält man ſehr ſchöne, allerdings auch ſehr koſtſpielige Kunſtblätter mittels des Tamponierverfahrens, bei dem eine Heliogravüreplatte förmlich bemalt und dann abgedruckt wird (vgl. Farbendruck). Ferner werden Tiefdruckplatten in ſehr wertvoller Weiſe bei den der farbigen Fakſimilereproduktion dienenden Kombinationsverfahren (ſ. Kombinationsdrucke) benutzt.

Literatur: Albert, A., Verſchiedene Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1900; Derſ., Techniſcher Führer durch die Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1908; Eder, J. M., Jahrbuch für Photographie und Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1887 ff.; Klimſch, Die Praxis der modernen Reproduktionsverfahren, Frankfurt a. M. 1898; Derſ., Jahrbuch, Frankfurt a. M. ff.; Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906; Derſ., Wie ein Buch entſteht, Leipzig 1908; Hübl, A. Freih. v., Die photographiſchen Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1898; Husnik, J., Die Heliogravüre oder Anleitung zur Herſtellung druckbarer Metallplatten aller Art u. ſ. w., 2. Aufl., 1888.

A. W. Unger.

Preßform, allgemein, eine Form, in der ein Material einen Preßdruck erleidet.

Preßformmaſchinen dienen in den Gießereien zum Herſtellen der Sandformen. Sie unterſcheiden ſich von den Handformmaſchinen dadurch, daß der Sand nicht feſtgeſtampft, ſondern durch Preſſen verdichtet wird, was die Arbeit beſchleunigt.

Da der Druck im Sand ſich nicht gleichmäßig fortpflanzt, ſo eignen ſich für das Preſſen am beſten flache Modelle. Bei Modellen mit ſteilen Seitenflächen drückt man den Sand an den Stellen, wo eine zu geringe Preſſung zu erwarten wäre, von Hand feſt und verringert an ſolchen Stellen, an denen eine zu ſtarke Preſſung zu befürchten iſt, die Höhe der Sandſchicht. Man hat auch durch Ausſchneiden der Preßklötze (ſ. unten) und andre Mittel eine gleichmäßige Preſſung des Sandes zu erzielen verſucht (vgl. [1]). — In der Regel befindet ſich der Formkaſten beim Einfüllen des Sandes über der Modellplatte; beim Preſſen des Sandes kann aber auch im Unterſchied zur Handformerei die Modellplatte gegen den mit Sand gefüllten, unter ihr befindlichen Formkaſten (oder umgekehrt) gepreßt werden (vgl. Fig. 8). Dieſe Möglichkeit geſtattet 1. Formen ohne ausſchließende Formkaſten (ſ. unten), 2. doppelſeitig gepreßte Formen, d. h. Formen, die auf der Ober- und Unterſeite des Formkaſtens einen Modellabdruck tragen, herzuſtellen. Ihre Herſtellung geht aus Fig. 1 hervor: *A* iſt die untere, *B* die obere Modellplatte, *C* der Formkaſten, *D* der Sandrahmen, deſſen Höhe erfahrungsgemäß ſo hoch bemeſſen wird, daß nach völligem Einpreſſen der oberen Modellplatte der Sand die richtige Feſtigkeit beſitzt. Die doppelſeitig gepreßten Formkaſten werden nach Fig. 2 zu einem Kaſtenbündel aufgeſtapelt. Fig. 3 rechts zeigt die Seite eines doppelſeitig gepreßten Formkaſtens, Fig. 3 links ein Bündel (durch die Eingüſſe) noch untereinander zuſammenhängender Gußſtücke (Hähne und Hahnküken). Auch komplizierte Gußſtücke, wie z. B. Fig. 4—6 (Riemſcheiben mit ſeitlichem Kranz), können durch doppelſeitige Preſſung hergeſtellt werden. — Die obere

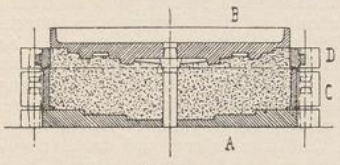


Fig. 1.

Modellplatte *B* (Fig. 1) kann vor dem Preſſen auf die Sandform aufgelegt werden oder befindet ſich in feſter Verbindung mit der Preſſe (ſ. Fig. 13). Die Herſtellung doppelſeitig gepreßter Formen, welche zuerſt 1899 von dem Kgl. Württembergiſchen Hüttenwerk Waſſeralfingen eingeführt wurden, bringt insbeſondere eine Erſparnis an Arbeit, Formkaſten, Sand, Trichtern und an Raum in der Gießerei.

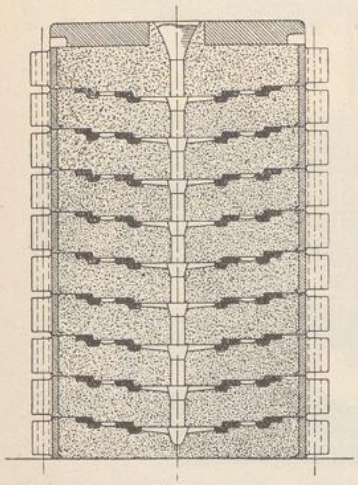
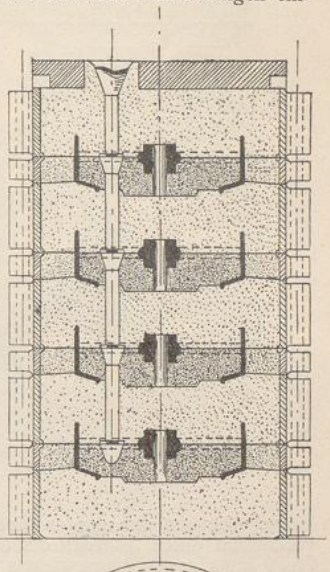
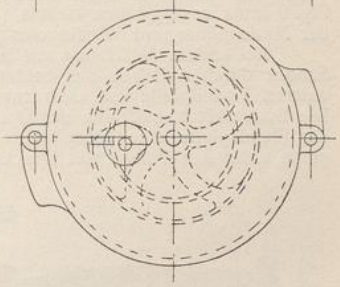


Fig. 2.

Die Preßformmaſchinen werden in ſehr verſchiedenartiger Anordnung ausgeführt. Sie unterſcheiden ſich vorzugsweiſe in folgenden Punkten voneinander: *α*) Preſſung von Hand (Kniehebel-, Zahnſtangen- und Spindelpreſſen) oder mechaniſch (Kolbenpreſſen, insbeſondere hydrauliſche); *β*) ohne oder mit Wendeplatte oder Durchziehplatte (vgl. a. Eiſengießerei); *γ*) die dem Preſſen vorangehenden und nachfolgenden Arbeiten werden teils unter, teils vor der Preſſe vorgenommen. Weitere Unterſchiede ſind unten angegeben.





Die hauptſächlichſten Preßformmaſchinen ſind in den Fig. 7—14 dargeſtellt. Fig. 7 (Vereinigte Schmirgel- und Maſchinenfabriken, A. G., Hannover-Hainholz) zeigt eine einfache Preßformmaſchine mit folgendem Arbeitsgang: Auffetzen des Formkaſtens und des Sandrahmens auf die Modellplatte, Einfüllen des Sandes, Einſchwingen des Widerlagers mit dem Preßklotz, Preſſen durch Anheben des Tiſches ſamt Modellplatte und Formkaſten, Trennen von

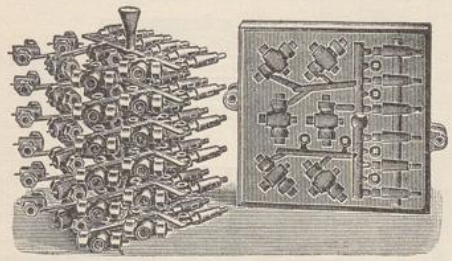


Fig. 3.

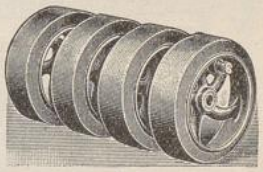


Fig. 4—6.

Modellplatte und Formkaſten durch Aufſitzenlaſſen des Formkaſtens auf vier Tragſtiften und Senken der Modellplatte. — Bei andern Maſchinen dieſer Art iſt das Preßwiderlager um eine Säule drehbar oder kann als Wagen ausgebildet aus- und eingefahren werden. Ferner findet bei leichteren Formkaſten die Trennung von Formkaſten und Modellplatte durch Anheben des Formkaſtens mittels Abhebeſtiften, die an einem gemeinſamen Träger ſitzen, ſtatt. Dieſe Maſchinen werden auch als Doppelformmaſchinen, mit der Rückſeite aneinander ſtoßend, gebaut.

Fig. 8 zeigt eine Preßformmaſchine derſelben Firma. Die Modellplatte befindet ſich an dem Widerlager, das, wie in Fig. 8, zwecks Aufnahme zweier Modellplatten gedreht werden kann; der Formkaſtentiſch iſt fahrbar. Arbeitsgang: Auffetzen des Formkaſtens mit der Formenſeite nach oben, Einfüllen des Sandes, Einfahren der Tiſches mit Formkaſten, Preſſen des Sandes durch Empordrücken des Tiſches und Kaſtens gegen die Modellplatte, Trennung von Modellplatte und Kaſten durch Sinkenlaſſen des Tiſches ſamt Kaſten. — Die Modellplatte kann auch ausſchwenkbar oder fahrbar und der Tiſch feſt in der Maſchine angeordnet werden.

Fig. 9 ſtellt eine Preßformmaſchine mit Wendeplatte derſelben Firma mit folgendem Arbeitsgang dar: Auffetzen des Formkaſtens u. ſ. w. auf die an der Wendeplatte befeſtigte Modellplatte, Einfüllen des Sandes, Einſchwenken des Preßwiderlagers, Preſſen durch Anheben der Wendeplatte ſamt Formkaſten unter Vermittlung des an der Unterſeite der Modellplatte hängenden zuvor gepreßten Formkaſtens und mit Hilfe des in der Fig. 9 rechts angegebenen Hebels, der mittels eines Kniegelenks den Tiſch (ſamt Wagen u. ſ. w.) anhebt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

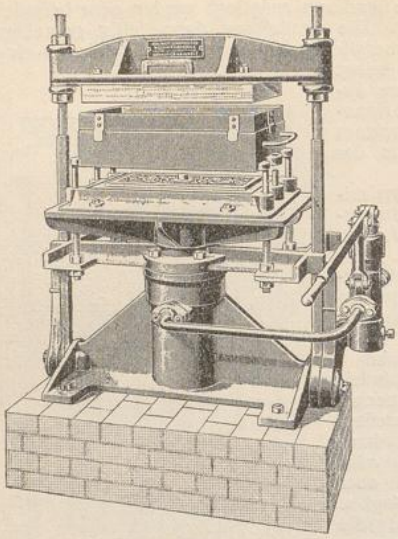


Fig. 7.

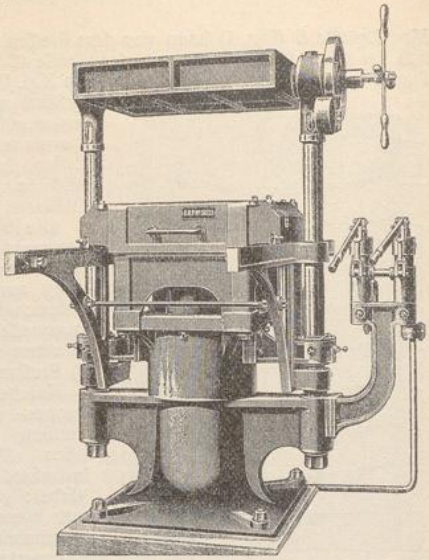


Fig. 8.

hierauf Abheben der unteren Modellplatte von dem liegenbleibenden, zuvor gepreßten unteren Formkaſten durch Anheben der beiden Lagertragſtangen der Wendeplatte mit Hilfe des in der Fig. 9 links angegebenen Hebels (unter Vermittlung von Zahnſtange und Rad), dann Wenden der Modellplatte und Wiederholung der einzelnen Operationen.

Bei andern Maſchinen mit Wendeplatte ähnlicher Anordnung [1] erfolgt das Preſſen des Sandes durch Anheben der beiden Lagerſtangenträger, wobei gleichzeitig das Abheben der unteren Modellplatte von dem zuvor gepreßten unteren, liegenbleibenden Formkaſten erfolgt. Die Bockpreßformmaſchine der Durlacher Maſchinenfabrik [1] trägt nur auf einer Seite der Wendeplatte eine Modellplatte; das Preſſen erfolgt hierbei durch Anheben der Wendeplatte unter Ausübung eines Drucks auf dieſe ſelbſt, hierauf wird die Wendeplatte ſamt Form-

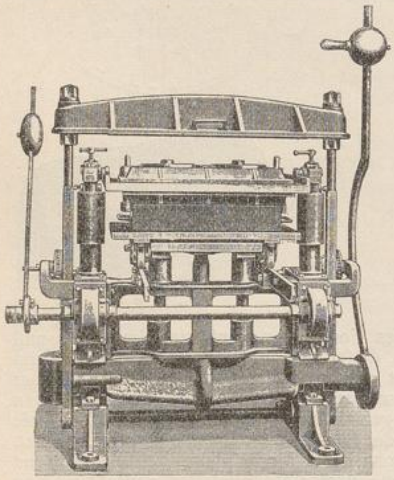


Fig. 9.

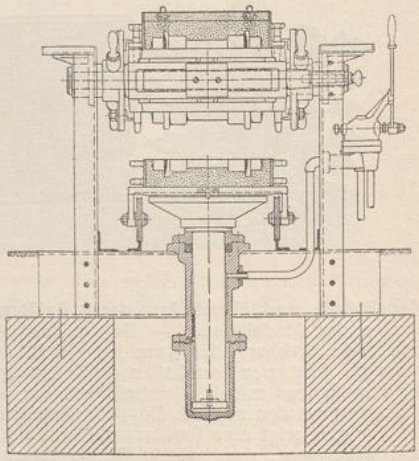


Fig. 10.

kaſten gedreht und die Wendeplatte durch Anheben der Lagertragſtangen von dem Kaſten abgehoben und nach Wegnahme des Kaſtens die Wendeplatte wieder gedreht, worauf die Operationen ſich wiederholen.

Bei der Preßformmaſchine Fig. 10 (Kgl. Württ. Hüttenwerk Wafferalfingen) iſt der Arbeitsgang folgender [2]: Auffetzen und Befeſtigen des Formkaſtens auf die an der Wendeplatte oben befindliche Modellplatte, Einfüllen des Sandes, Auflegen und Verriegeln eines Deckels, ſo daß beim nun folgenden Drehen der Wendeplatte kein Sand herausfallen kann, Preſſen durch Heben des Preßtiſches, wobei die Wendeplatte als Widerlager dient, hierauf Löſen der Verbindung zwiſchen Formkaſten und Modellplatte und Trennung beider durch Senken des Formkaſtens.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei den ſeither beſprochenen Maſchinen wird die Trennung von Modellplatte und Formkaſten und bei Vorhandenſein einer Wendeplatte das Drehen dieſer in der Preſſe ſelbſt vorgenommen. Bei einer Reihe von Maſchinen können dieſe Arbeiten ebenſo wie auch das Einfüllen des Sandes außerhalb der Preſſe vorgenommen werden, womit der Vorteil verbunden iſt, daß an derſelben Preßformmaſchine zwei oder eventuell mehr Arbeiter beſchäftigt werden können, da das Preſſen nunmehr wechſelſeitig erfolgen kann. Der Formkaſten wird in die Preſſe ein- und ausgefahren bezw. gedreht. Die Vorrichtung zum Trennen von Formkaſten und Modellplatte ſind entweder feſt ſeitwärts von der Preſſe (ſ. Fig. 11 und 12, Doppelformmaſchine, Chr. Laißle in Reutlingen [3]) oder ebenſo wie die Wendeplatte im Wagen ſelbſt angeordnet. Zu dieſer Klaſſe von Maſchinen gehören auch die Drehtiſchformmaſchinen, von denen Fig. 13 (Kgl. Württ. Hüttenwerk Waſſeralfingen) eine Ausführung für doppelſeitige Preſſung, mit drei im Drehtiſch geführten Wendeplatten und dreiſeitigem, drehbarem Preßhaupt (Widerlager) zeigt. Mit dieſer Maſchine können ein bis drei verſchiedene, ein- oder doppelſeitig gepreßte Formen hergeſtellt und gleichzeitig drei Arbeiter mit der Herſtellung von Formkaſten beſchäftigt werden. An dem einen Arbeitsplatz des um eine Säule drehbaren Tiſches wird der Sand eingefüllt, an dem zweiten gepreßt und an dem dritten gewendet und abgehoben, hierauf der Tiſch gedreht und die Arbeiten wiederholt. Dieſe Drehtiſchformmaſchine wird auch in einfacheren Ausführungen gebaut (vgl. [2]).

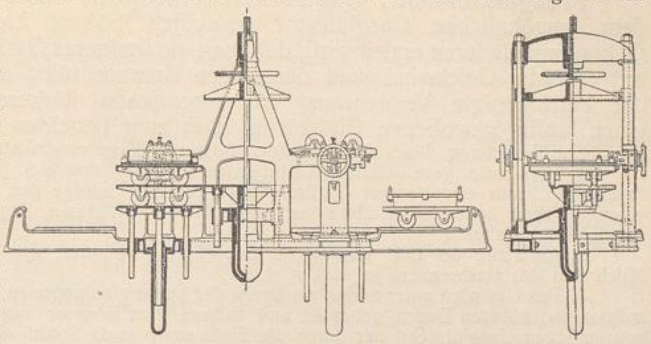


Fig. 11 und 12.

Preßformmaſchinen für Formen ohne umſchließende Formkaſten (Fig. 14, Badiſche Maſchinenfabrik Durlach). Dieſe Maſchinen beſitzen zwei Formkaſten und eine doppelſeitige ausfahr- oder ausſchwenkbare Platte, welche bei der Maſchine Fig. 14 zwecks leichter Reinigung der Modelle gedreht werden kann. Die Arbeitsweiſe iſt folgende: Einfüllen des Sandes in den unteren Formkaſten, Einſchwenken der Modellplatte und Aufſetzen des oberen Formkaſtens und Füllen desſelben, Empordrücken der beiden Formkaſten und der zwiſchen ihnen befindlichen Modellplatte gegen das Widerlager der Preſſe, wodurch der Sand im oberen Kaſten gepreßt wird, hierauf Preſſen des Sands im unteren Kaſten; beim darauffolgenden Niedergehen der Formkaſten zieht ſich die Modellplatte von dem zurückbleibenden oberen Kaſten und hierauf der untere Kaſten von der zurückbleibenden Modellplatte ab. Die Modellplatte wird dann ausgefahren, der untere Kaſten gegen den oberen gedrückt und mit ihm verbunden; der obere Kaſten wird hierauf an den Säulen feſtgeklemmt und die Sandform aus den innen mit ſchräger Fläche verſehenen Kaſten durch den mittleren Preßſtempel mittels einer Unterlage hinausgerückt. Ueber andre Formmaſchinen dieſes Syſtems mit zwei ineinander ſteckenden Kolben bezw. Zylindern oder mit nur einem Zylinder (D.R.P. Nr. 82683), vgl. [1]. — Die Sandformen ohne umſchließende Formkaſten eignen ſich nur für flache Modelle; Modelle, welche einen großen Teil der Preßfläche einnehmen, ſind unzuläſſig, da ſonſt beim Herauspreſſen die Form zerdrückt wird. Der Platzbedarf iſt, wenn nicht ſtändig gegoſſen wird, ein großer, weil die Formen nicht aufeinander geſtellt werden können.

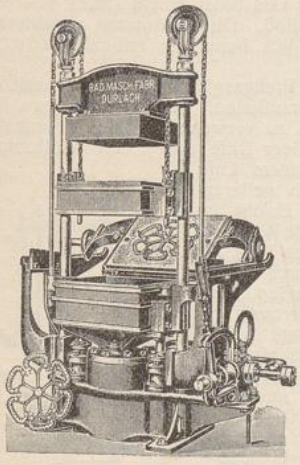


Fig. 14.

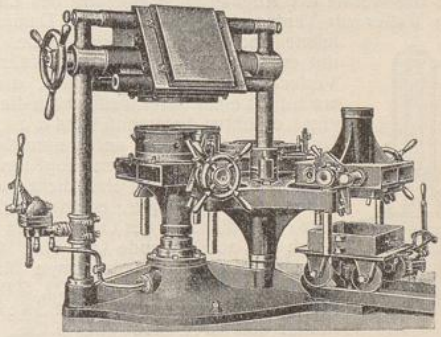


Fig. 13.

Literatur: [1] Fiſcher, Herm., Die Werkzeugmaſchinen, Berlin 1906, Bd. 1, 2. Aufl. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1195 und 1237; „Stahl und Eiſen" 1905, S. 1307 und 1362. — [3] Ebend. 1905, Nr. 18.

A. Widmaier.

Preßfutterbereitung, ſ. Enfilage.

Preßgasglühlicht, Gasſtarklichtlampen, bei denen eine gegenüber dem gewöhnlichen Gasglühlicht weſentlich höhere Lichtſtärke bei beſſerer Oekonomie dadurch erzielt wird, daß man ein innigeres Gasluft (Sauerſtoff) gemiſch mit erhöhter Geſchwindigkeit durch den Brenner führt und infolge der durch die beſchleunigte Verbrennung hervorgerufenen ſtärkeren Wärmeentwicklung einen kräftig gewobenen Glühkörper ſtark zum Leuchten bringt.

Zur Erreichung dieſes Zieles wurden folgende Wege eingeſchlagen:

1. Dem unter gewöhnlichem Leitungsdruck (30—40 mm W.S. [Waſſerſäule]) aus der Düſe in das Miſchrohr eintretenden Gasſtrahl wird die Luft infolge des, durch einen der Laterne eigentümlichen hohen Schornſtein hervorgerufenen, verſtärkten Zuges unter höherem Druck zugeführt (Lukaslicht).

2. An Stelle der Luft wird reiner Sauerſtoff verwendet, der unter Ueberdruck in den Miſchraum des Gasbrenners geleitet wird.

3. Das Gas wird unter normalem Druck der Leitung entnommen, in beſonderen Apparatenanlagen auf höheren Druck gebracht und ſodann dem Brenner zugeführt, in dem (wie beim gewöhnlichen Gasglühlicht) der durch die Düſe austretende Strahl die erforderliche Luftmenge mit ſich in das Miſchrohr reißt (Colonia-, Keith-, Millennium- und Pharoslicht).

4. In einer mit der Preßgaslaterne vereinigten oder beſonders aufgeſtellten Druckanlage wird die Luft unter höheren Druck gebracht und dem durch Gas unter gewöhnlichem Druck geſpeiſten Brenner zugeleitet (Kompreſſorlicht, Pharoslicht).

5. Gas wie Luft werden zunächſt innig gemiſcht, gleichzeitig im Kompreſſor auf höheren Druck gebracht und dieſes gepreßte Gasluftgemiſch in die Verteilungsleitung gefandt (Selaslicht).

Die Entwicklung des Preßgasglühlichts [1] iſt auf die Wahrnehmung zurückzuführen, die beim Härten von Glühſtrümpfen gemacht wurde; wenn hier Gas unter erhöhtem Druck zur Anwendung kommt, tritt eine auffallende Steigerung der Lichtſtärke bei nur wenig höherem Gasverbrauch als bei Verwendung desſelben Glühkörpers unter normalem Gasdruck ein. Dieſe Tatſache wurde dann auch bald praktiſch verwertet. Pintſch-Berlin ſtellte zunächſt ein Preßgasglühlicht her, bei dem das Gas mittels eines Waſſerſtrahlgebläſes auf den erforderlichen Druck gebracht wurde; die Regulierung auf konſtanten Hochdruck bei wechſelndem Gasverbrauch bot jedoch große Schwierigkeiten. Salzenberg ſuchte dieſe bei ſeinem Kugellicht dadurch zu überwinden, daß er das Gas zunächſt unter einen Druck von mehreren Atmoſphären brachte und nach Einſchaltung eines ſelbſttätig wirkenden Reduzierventils mit einem auf 1 Atmoſphäre verminderten Gebrauchsdruck arbeitete. Beim Rothgießerſchen Hydropreßgaslicht wurde durch ein Waſſerſtrahlgebläſe aus der Niederdruckleitung Gas in einen Behälter mitgeriſſen und darin derart angeſammelt, daß das Gas unter einem Druck von etwa 1400 mm W.S. ſtand, während das übrige Betriebswaſſer abfloß. Durch Motoren angetriebene Gaspumpen zur Erzeugung eines Ueberdrucks bis 3000 mm WS. benutzten erſtmals Inderau & Cie. in Dresden.

Etwa gleichzeitig mit dieſen Vorläufern des heutigen Preßgasglühlichts wurde auch auf anderm Wege verſucht, brauchbare Gasſtarklichtlampen herzuſtellen. Ingenieur Lukas verſuchte die Wärme der Abgaſe zur Steigerung des Luftdrucks zu verwerten, indem er mit derſelben Waſſer zur Verdampfung brachte, den Dampf aus einer Düſe durch eine Luftkammer leitete und ſo dem Miſchrohr des Gasbrenners Luft mit erhöhter Geſchwindigkeit zuführte. Nach weiteren Verſuchen iſt es ihm gelungen, denſelben Erfolg in weſentlich einfacherer Weiſe durch die ſaugende Wirkung eines erhöhten Laternenſchlots *a* zu erreichen (Fig. 1). Dieſer ſetzt ſich nach unten unmittelbar durch einen, den Glühkörper und Brennerkopf umſchließenden Glaszylinder *b* fort, deſſen Raſt dicht an den Brenner anſchließt. In das lange, eigentümlich geformte Miſchrohr *c* ragt die Düſe des Gasbrenners derart hinein, daß durch das ausſtrömende Gas eine Injektorwirkung zuſtande kommt. Die Lukaslampe für Innen- und Freibeleuchtung wird für 150, 300, 500 und 1000 Kerzen gebaut und von Helbing & Sackewitz in Berlin (früher von C. A. Stobwaſſer & Cie., A.-G.) vertrieben.

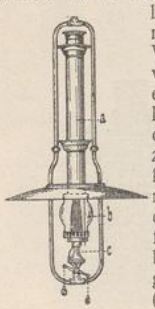


Fig. 1.

Der Gedanke, ſtatt der mit Stickſtoff als Ballaſt beſchwerten Luft reinen Sauerſtoff zur Erhöhung der Lichtſtärke zu verwenden, regte zum Bau von Sauerſtoffbrennern an, die ſich zunächſt an den Brenner des Drummondſchen Kalklichtes und der Knallgasgebläſe anlehnten; die Verſuche hatten nur geringen Erfolg. Neuerdings wurde von A. Nürnberg ein Brenner konſtruiert und von der Deutſchen Nürnberg-Lichtgeſellſchaft m. b. H., Berlin, auf den Markt gebracht, der den früheren Mißſtand des Verſchmorens des Brenners vermeidet (Fig. 2). Das durch die Düſe *a* eintretende Gas entſtrömt dem Brenner durch den ringförmigen Kanal *b*, während der bei *c* mit geringem Ueberdruck eintretende Sauerſtoff durch die außen höher und

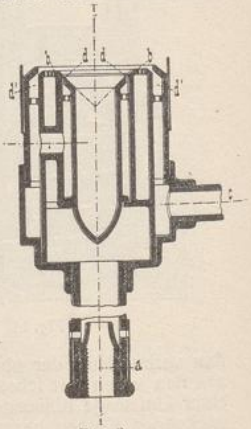


Fig. 2.

innen tiefer liegenden Ringſpalten *d* und *d'* austritt, den Gasmantel von außen und innen umſpielt und von der Brenneroberkante abhebt. Gas und Sauerſtoff werden den Brennern, die für Lichtſtärken von 70—3000 Kerzen mit einem ſtündlichen Verbrauch von je 25 l bezw. je 900 l Gas und Sauerſtoff hergeſtellt werden, in gleichem Verhältnis zugeführt. In einer Hausanlage wird die komprimierten Sauerſtoff enthaltende Stahlflaſche mit einem Reduzierventil an die neben der Gasleitung verlegte Sauerſtoffleitung angeſchloſſen.

Als Preßgasglühlicht im engeren Sinne ſind alle diejenigen Anlagen zu betrachten, bei denen das Gas oder die Luft oder ein Gemiſch dieſer beiden mittels beſonderer, meiſtens zentral aufgeſtellter Apparate auf hohen Druck gebracht und unter dieſem durch Leitungen nach den einzelnen Brennern verteilt wird. Allen dieſen Syſtemen gemeinſam iſt eine von Hand, meiſtens jedoch durch einen Motor angetriebene Kompreſſoranlage und ein Druckregler zum Ausgleich ſtörender, durch wechſelnden Gasverbrauch hervorgerufener Druckſchwankungen. Als Betriebskraft wird in der Regel Waſſer, Gas (im Heißluft- oder Exploſionsmotor) und Elektrizität verwendet. Die Ausführung der einzelnen Preßgasſyſteme iſt jedoch verſchieden.

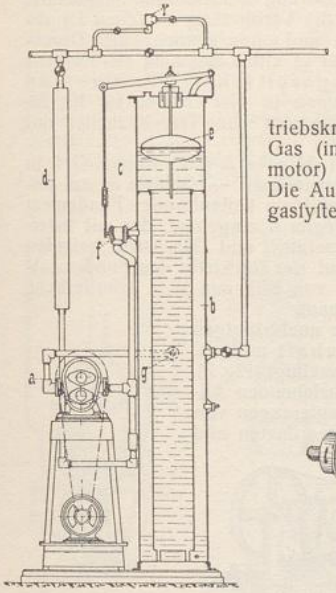


Fig. 3.

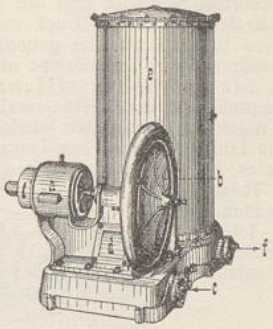


Fig. 4.

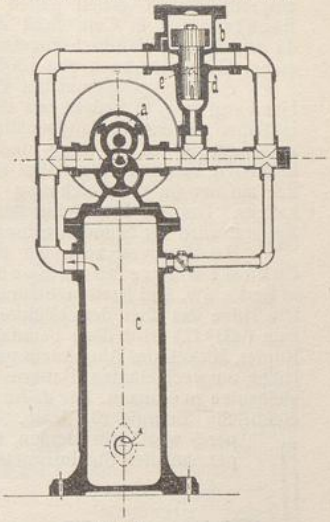


Fig. 5.

Der Apparat der Millenniumlicht-Geſellſchaft m. b. H. in Hamburg (Fig. 3) beſteht für Leiſtungen bis 45 cbm Gas in der Stunde aus einer rotierenden, elektriſch angetriebenen Pumpe *a*, für größere Leiſtungen aus einer doppelt wirkenden Kolbenpumpe, aus dem Gasſammler *b* zur Aufnahme des verdichteten Gaſes, der ſelbſttätigen Reglereinrichtung *c* und einem in die Saugleitung eingeſchalteten Ausgleichsraum *d*. Mit der Inbetriebnahme des Apparates wird das Gas, das die Waſſerſäule bis zur Erreichung des erforderlichen Druckes in die Höhe treibt, bei *g* in den Sammler gedrückt; will nun der Druck höher anſteigen, ſo wird von der Waſſerſäule des Gasſammlers ein Schwimmer *e* betätigt, deſſen Geſtänge auf ein Umlaufventil *f* oder auf die Saugventile (Drehſchieber) der Kolbenpumpe derart wirkt, daß eine weſentliche Druckänderung bei größtem und geringſtem Gasverbrauch vermieden wird. Hört der Preßgasverbrauch auf, ſo läuft die Pumpe leer bezw. fördert das eingeſaugte Gas durch den Umlauf wieder in die Saugleitung zurück. Der zum Ausgleich von Druckunterſchieden früher in die Saugleitung eingebaute Gummibeutel wird neuerdings durch ein erweitertes Rohrſtück *d* erſetzt, das räumlich mindeſtens den doppelten Pumpeninhalt beſitzt. Die Apparate werden für eine Stundenleiſtung von 12—1000 cbm (angeſaugtes) Gas gebaut; ſie arbeiten mit einem Gebrauchsdruck von 1350—1450 mm W.S. Ein Uebertritt des gepreßten Gaſes in die Niederdruckleitung wird durch den Einbau eines Rückſchlagventils *r* verhindert.

Das in England verbreitete, in Deutſchland durch die Deutſche Keith-Licht-Geſellſchaft (Gebr. Hirſch) in Cöln vertriebene Keith-Preßgaslicht beſitzt ebenfalls eine automatiſch arbeitende Kompreſſoranlage. In der durch Vorgelege, Waſſer oder Elektromotor angetriebenen Gaspumpe bewegt ſich der als Glocke ausgebildete Kolben annähernd reibungslos in einem Behälter mit Waſſerabſchluß auf und ab und drückt das Gas durch den Ventilkaſten in den Vorratsbehälter. Die waſſerbetriebenen Maſchinen laufen oder halten von ſelbſt an und regeln ihre Geſchwindigkeit je nach dem Gasverbrauch, während ſich der Waſſerverbrauch ebenfalls im Verhältnis des Gasbedarfs ändert. Bei den übrigen Antriebsarbeiten läuft der Motor mit konſtanter Geſchwindigkeit; der Ueberſchuß an komprimiertem Gas geht durch einen Umlauf zur Einlaßſeite der Pumpe zurück. Eine einfache Bauart weiſt der Gebläſeapparat (Fig. 4) auf. Ein von einem Elektromotor *a* direkt angetriebener Ventilator *b* ſaugt das Gas bei *c* unmittelbar aus der Zuleitung an und preßt es durch den Ventilkaſten *d* in den Druckkeſſel *e*. Bei *f* tritt das Preßgas in die Verteilungsleitung ein. Die Kompreſſoren werden für eine Stundenleiſtung von 4—170 cbm (und mehr) Gas und einen Gasdruck von 200 mm W.S. gebaut.

Ebenfalls einfach konſtruiert iſt der Colonia-Preßgasapparat (Fig. 5). Als Kompreſſor wurde ein gasdichtes rotierendes Gebläſe *a* gewählt, das faſt geräuſchlos arbeitet und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beliebigen Antrieb erhalten kann. Zum Gleichhalten des Druckes in der Preßgasleitung bei verfchiedener Inanfpruchnahme des Apparates dient eine Reglereinrichtung *b*, die in eine Umlaufleitung zwifchen Saug- und Druckleitung eingebaut und mit ihrem Fuße auf dem Saugbehälter *c* angebracht ift. In dem gasdicht abgefchloffenen Gehäufe des Reglers befindet fich ein fauber eingefchliffener Kolben *d*, der mit einem dreieckförmigen Kanal *e* verfehen ift. Ift nun der Kompreffor in Betrieb, fo wird diefer Kolben von dem unter ihm eintretenden Preßgas gehoben, da fein Gewicht im Verhältnis zu dem erforderlichen Gasdruck abgeglichen ift. Ueberfteigt diefer Gasdruck nur um ein geringes die normale Höhe, fo wird der Kolben entfprechend gehoben; feine Durchbohrung ftellt damit eine Verbindung zwifchen Druck- und Saugfeite des Gebläfes und damit einen Druckausgleich her. Da die Kolbenbohrung dreieckförmig ausgebildet ift und beim Antrieb zunächft nur die Spitze des Dreiecks die Verbindung zwifchen Druck- und Saugleitung herftellt, gefchieht der Ausgleich allmählich und ohne nennenswerte Druckfchwankungen in der Hochdruckleitung. Ein Führungsftift, der in eine Längsnute des Kolbens eingreift, ficbert diefen gegen Verdrehungen. Die Aktiengefellfchaft für Gas und Elektrizität in Cöln ftellt diefe Colonia-Preßgaseinrichtungen in vier Größen für 10, 20, 45 und 75 cbm ftündlich angefaugtes Gas her; die Anlagen arbeiten ohne Druckbehälter mit einem Gebrauchsdruck von 1300 mm W.S.

Der Preßgasapparat der Pharoslicht-Gefellfchaft (Klatte & Co., Komm.-Gef. in Hamburg) (Fig. 6) befteht aus dem — durch Elektromotor angetriebenen — Gebläfe *a*, das unmittelbar auf das als Saugbehälter *b* und Druckbehälter *c* ausgebildete kaftenförmige Fundament aufgefetzt ift. In die Saug- und Druckleitung ift der Umlaufregler *d* eingebaut, der mit federbelafteten Ventilen ausgeftattet ift. Die Anfchlüffe für den Gaseintritt und Gasaustritt befinden fich auf der (in der Zeichnung abgekehrten) Stirnfeite und auf der Rückfeite des Fundamentkaftens. Der zur Erzeugung des Preßgafes mit einem Druck von 1400 mm W.S. erforderliche Apparat wird für Stundenleiftungen von 10—300 cbm Gas gebaut.

Bei den von zentralen Komprefforanlagen im Betriebe unabhängigen Lukas-Kompreffor lampen der Starklicht-Gefellfchaft m. b. H. in Berlin SW. find Kraftquelle und Kompreffor mit der Laterne vereinigt (Fig. 7). Die Hitze der über dem Glühkörper durch den Schornftein abziehenden Abgafe (600° C.) wird dazu benutzt, die Lötftellen einer aus Legierungen von Kupfer, Nickel und Aluminium gebildeten, bei *a* fternförmig angeordneten und leicht auswechfelbaren Batterie von Thermoelementen zu erhitzen. Die dadurch gewonnene elektrifche Energie (0,2 Volt, 1,25—1,4 Ampère) wird dem kleinen, im Felde eines permanenten Stahlmagneten *b* laufenden

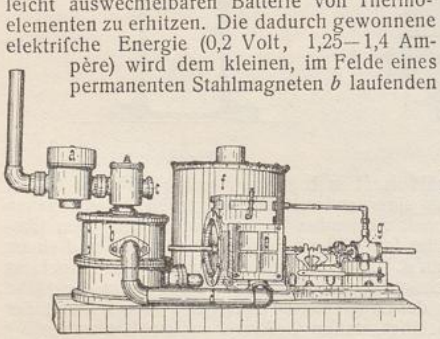


Fig. 8.

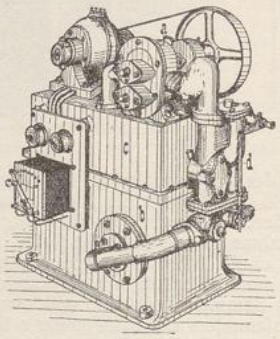


Fig. 6.



Fig. 7.

Anker *c* zugeleitet, auf deffen vertikaler Welle auch die Ventilatorflügel *d* angeordnet find. Motor und Ventilator find leicht zugänglich in die Kapfel *e* eingebaut, die gleichzeitig den Brenner *f* trägt. Das Gas tritt durch die Düfen *g* in den Mifchraum ein. Bei der Inbetriebnahme der Lampe entzündet fich die für einen Stundenverbrauch von 1000 l eingeftellte Flamme an der Zündflamme und brennt zunächft unter dem gewöhnlichen, vom Gaswerk in die Leitung gegebenen Druck. Im Verhältnis der Wärmeabgabe des Brenners an die Thermofäule (deffen außerhalb des Kamins angeordnete Lötftellen von der Außenluft gekühlt werden) fteigert fich die Umdrehungszahl des elektrifch angetriebenen Ventilators (auf etwa 2000 Touren) und damit der Druck und die Gefchwindigkeit der in den Mifchraum des Brenners geförderten Luft; diefe Steigerung, die eine entfprechende Erhöhung der Lichtftärke hervorruft, erreicht einen Höchftwert, der von dem Temperaturunterfchied zwifchen den Heiz- und Kühlenden der Thermofäule beeinflußt wird. Die Lichtftärke der Kompreffor lampe wird auf 1250 Kerzen angegeben. — Unter Umftänden (z. B. beim Anfchluß einzelner Preßgaslampen hoher Lichtftärke an ein älteres Gasrohrnetz, das noch eine Inftallation gewöhnlicher Glühlichtbrenner zu verfor gen hat) kann es vorteilhaft fein, ftatt Preßgas gepreßte Luft in befonderer Leitung den Brennern zuzuführen, die dann ihrerfeits an die unter gewöhnlichem Druck ftehende Gasleitung angefchloffen werden. Diefen Weg geht die Pharoslicht-Gefellfchaft. Die Luft wird in dem bereits befchriebenen Apparat (Fig. 6) gepreßt und den eigens hierzu umgebildeten Invertbrennern zugeführt (vgl. a. Fig. 12). — Die Aufgabe, dem Gafe vor der Verbrennung die erforderliche Luftmenge fo innig beizumifchen, wie es zur Erzeugung möglichft heißer Blauflammen notwendig ift, hat die Aktiengefellfchaft für Selasbeleuchtung in Berlin N. dadurch gelöft, daß fie den Brennern ein in befonderem Apparat erzeugtes Gasluftgemifch (etwa 1 Teil Gas und 1½—2 Teile Luft) unter einem Druck von 250 oder 80 mm W.S. zuführen. Die Firma baut die Kompreffor en für Mitteldruck, und

zwar für 80 mm W.S. mit einer Stundenleiſtung von 5—10 cbm und für 250 mm W.S. mit einer Stundenleiſtung von 10—60 cbm. Vor den mittels Waſſermotor *g* angetriebenen Selasapparat (Fig. 8) wird ein Gasdruckregler *a* zum Ausgleich der etwa in der Gaszuleitung vorhandenen Druckunterſchiede eingebaut. In dem Keſſel *b* vermiſcht ſich das Gas mit der durch den Flanſch *c* eintretenden Luft; in dem oberen Gehäuſe des Miſchkeſſels ſitzt ein entlaſteter Kolbenſchieber, der durch das auf der Saugſeite des Kompreſſors erzeugte Vakuum angehoben wird. Dabei gibt der Schieber je eine Oeffnung für Gas und Luft frei und läßt dieſe in dem Verbrauch entſprechenden Mengen durch die in gleichem Verhältnis veränderlichen Oeffnungen eintreten. Das Gasluftgemiſch wird von dem Kompreſſor *e* durch die gemeinſchaftliche Saugleitung *d* abgeſaugt und nach Verdichtung auf 80 mm W.S. in den Gasbehälter *f* gefördert. Die Glocke des Behälters dient zur Leiſtungsregulierung des mit der Gaspumpe direkt gekuppelten Waſſermotors *g* und betätigt ein in die Waſſerzuleitung eingeſchaltetes Droſſelventil derart, daß ſie in der höchſten Stellung den Waſſerzufluß ganz abſchneidet, während ſie ihn in der tiefſten Stellung vollkommen freigibt. Der ähnlich zuſammengebaute Selasapparat für einen Druck von 250 mm W.S. arbeitet mit einem rotierenden Kompreſſor, deſſen Leiſtungsregelung durch einen in die Umlaufleitung geſchalteten Schieber bewirkt wird. Selasapparate können unter Weglaſſung der Miſchvorrichtung auch zu reinem Preßgasbetrieb Verwendung finden.

Der Kraftbedarf zum Antrieb der Gebläſe und Pumpen ſtellt ſich bei Mitteldruckanlagen auf $^1/_{10}$—1 PS. zur Preſſung von 10 bezw. 150 cbm Gas in einer Stunde; ein Waſſermotor braucht bei 2—5 Atmoſphären 5—7,5 cbm Waſſer zur ſtündlichen Verdichtung von 5—10 cbm Gas. Hochdruckapparate bedürfen je nach dem Syſtem 0,15—2 PS. pro Stunde zum Preſſen von 10—500 cbm Gas. Der Kraftbedarf der Pumpen bleibt annähernd gleich, einerlei, ob viel oder wenig Gas verbraucht wird, nur beim Waſſermotor paßt ſich der Waſſerbedarf dem Gasverbrauch einigermaßen an. Zur Feſtſtellung des Preßgasdruckes werden Queckſilbermanometer benutzt; 1000 mm W.S. entſprechen 1359 mm *Hg* (Queckſilberſäule).

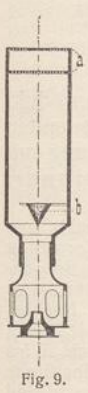


Fig. 9.

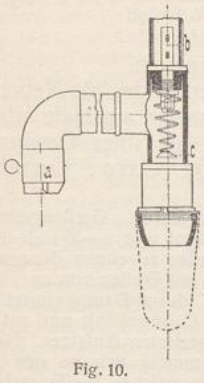


Fig. 10.

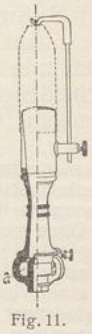


Fig. 11.

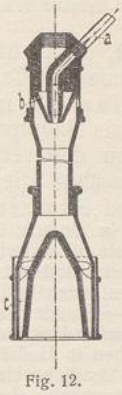


Fig. 12.



Fig. 13.

Die Bauart der ſtehenden und invertierten **Preßgasbrenner** lehnt ſich im allgemeinen an die der normalen Gasglühlichtbrenner an, die jedoch im vergrößerten Miſchraum und in der Ausbildung des Brennerkopfes eine Aenderung erfährt. Die Düſen werden mit unveränderlicher Bohrung geliefert, nur die Luftzufuhr iſt bei einigen Brennern regulierbar. Für kleinere Lichtſtärken bis 300 Hefnerkerzen eignen ſich am beſten Mitteldruckanlagen (die aber auch für große Brenner gut brauchbar ſind), für Hochdruckeinrichtungen arbeiten nur Brenner über 300 Hefnerkerzen mit guter Oekonomie. Stehende Preßgasbrenner verbrauchen 0,9—0,7 l, Invertbrenner 0,8—0,65 l angeſaugtes Gas für 1 Kerzenſtunde.

Der Millenniumbrenner (Fig. 9) mit Doppelſieb *a* und Verteilungskegel *b* im Miſchrohr wird für 100—2500 Hefnerkerzen, der Invertbrenner (Fig. 10) mit ſeitlicher, verſtellbarer Luftzufuhr *a*, Schmutzfänger *b* über der Gasdüſe und federnd eingeſetztem Verteilungskegel *c* für 500—2000 Hefnerkerzen gebaut. Die Keithſchen Mitteldruckvertikalbrenner (Fig. 11) mit beſonders durchgebildeter Luftregulierung *a* werden für 185, 370 und 1250 Hefnerkerzen, die Invertbrenner für 60, 110—800 Hefnerkerzen geliefert. Einen ſiebloſen Pharosbrenner für Invertlampen ſtellt Fig. 12 dar. Die Preßluft tritt durch das Anſchlußrohr *a* ein und reißt das Gas durch die Düſe *b* an, deren Querſchnitt veränderlich iſt; im Brennkopf tritt das Gasluftgemiſch durch eine große Anzahl ringförmig angeordneter Röhrchen *c* unter den Glühkörper. Stehende wie Invertbrenner (letztere auch für Preßgas) werden in ſieben Größen für Lichtſtärken von 100—1500 Kerzen hergeſtellt. Der Coloniaapparat ſpeiſt ebenfalls ſtehende und invertierte Brenner (Fig. 13) mit 100 bezw. bis 2000 Kerzen; kleinere Invertbrenner mit 100 Kerzen können nach Einſchalten eines Reduzierventils (1300 : 80 mm W.S.) an die Hochdruckleitung angeſchloſſen werden. Bei den Selasbrennern, deren Lichtſtärke ſich beim ſtehenden Brenner zwiſchen 30 und 2500 Kerzen und beim hängenden Glühlicht zwiſchen 25 und 1500 Kerzen verändern läßt, iſt die Zuführung der weiter erforderlichen Miſchluft entſprechend der bereits mit dem Gas vermiſchten Primärluft verringert.

Die **Glühkörper** werden aus äußerſt kräftigem, ſtark imprägniertem Baumwollgewebe hergeſtellt; auch doppelte Glühkörper finden Verwendung. Ihre Brenndauer beträgt 150—500 Stunden. Das Abbrennen und Härten der Preßgasglühkörper findet meiſtens erſt kurz vor dem Gebrauch ſtatt. Glaszylinder ſind, ausgenommen bei der Lukaslampe, nicht erforderlich. Glühkörperträger müſſen aus hitzebeſtändigem Material angefertigt ſein; ſolche aus Metall werden außerdem an gefährdeten Stellen iſolierend verkleidet (Fig. 11).

Die größeren Brenner der Preßgaslampen ſind ausſchließlich mit Zündflamme verſehen, die nach Abſtellen der Preßgaszuleitung durch Gas unter normalem Druck geſpeiſt werden. Die Druckſtufe zwiſchen letzterem und dem Preßgasdruck wird mit Vorteil zur Betätigung von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Membranefernzündern (Fig. 14) benutzt. Unter gewöhnlichem Druck ist beim Pharosfernzünder die Brennerzuleitung *a* bei *b* abgeschlossen und nur die Zündflammenleitung *c* freigegeben; nach Eintritt des Preßgases schließt die Membran *d* letztere ab und ermöglicht den Durchgang zum Preßgasbrenner. Die übrigen Preßgassysteme benutzen ähnlich gebaute Fernzünder.

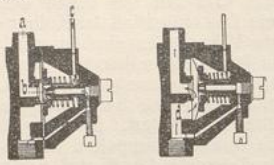


Fig. 14.

Die Laternen für stehende und invertierte Preßgasbrenner, und zwar sowohl für direkte wie indirekte Beleuchtung, lehnen sich an die Ausführungsformen bei gewöhnlichem Gasglühlicht an; sie sind der größeren Hitzeentwicklung der Brenner wegen entsprechend weit gehalten und zur Aufnahme von Einzel- und Gruppenbrennern bis 5000 Kerzen geeignet. Fig. 15 stellt eine Selasinvertlampe für 1500 Kerzen dar. Mitteldruckpreßgasbrenner gestatten in Einzelanlagen wirtschaftlichen Ersatz des normalen Gasglühlichts. Hochdruckanlagen finden ihr Verwendungsgebiet zur Beleuchtung großer Flächen, wie Hallen, Straßen, Bahnhöfe u. a. m.



Fig. 15.

Literatur: Böhm, C. R., Das Gasglühlicht, Leipzig 1905; Zeitschr. für Beleuchtungswesen, Berlin. Weitere Literatur s. unter Gasglühlicht, Bd. 4, S. 294. *H. Weber.*

Preßglanz (Speckglanz), s. Tuchfabrikation.

Preßhammer, s. v. w. Schmiedepresse, s. Schmieden.

Preßhefe (Pfundhefe, Pfundbärme), wird entweder als Nebenprodukt in der Branntweinbrennerei oder als Hauptprodukt in speziell auf Hefe arbeitenden Preßhefefabriken gewonnen. Von den verschiedenen bei ihrer Gewinnung angewendeten Verfahren seien erwähnt diejenigen von Otto, Gumbinner, Leucht, Kramer, Zettler und Kletzinsky.

Als Ausgangsmaterial kommen in Betracht Gerstenluftmalzschrot, Gerstengrünmalz und Kornschrot. Es werden 1 Teil Grünmalz oder Gerstenluftmalzschrot und 2—3 Teile Kornschrot gemischt, in einen Maischbottich gebracht und mit warmem Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, so daß keine Klumpen darin enthalten sind. Dann wird mit Wasser von ca. 70° C. nach und nach verdünnt und die Maische 3—4 Stunden lang auf 65° C. durch Dampf erhitzt. Nachher wird im Verlauf von weiteren 4—5 Stunden langsam auf ca. 25° C. abgekühlt und auf je 100 kg Getreideschrot 1 kg Mutterhefe zugegeben in Gestalt eines vorbereiteten Ansatzes. Nach 20 bis 30 Stunden ist die Maische reif, d. h. sämtliche Hefeteilchen sammeln sich an der Oberfläche des Bottichs an, werden mit einer Schaumkelle abgenommen, in frisches Wasser gebracht und die Spelzen durch ein Sieb entfernt. Die Hefe wird alsdann noch zwei- bis dreimal mit Wasser gewaschen und setzt sich jeweils am Boden fest. Nachdem man sie noch entwässert hat, kommt sie in die Presse. Aus 100 kg Getreideschrot lassen sich so ca. 10 kg sogenannte Mutterhefe gewinnen. Um die Hefe zu billigem Preis verkaufen zu können, wird sie meist mit Stärkemehl vermengt oder mit gereinigter Brennereihefe, dem Nebenprodukt der Spiritusfabrikation, vermischt. Zum Schluß wird das Produkt in besonderen Teilmaschinen geteilt und in Formmaschinen in $^1/_2$ kg schwere Stücke geformt. Für die Aufbewahrung sind kühle, trockene Orte zu wählen.

Literatur: Schönberg, Handbuch der Preßhefenfabrikation, Wien 1878; Dusch, Handbuch der Preßhefenfabrikation, Berlin 1888; Marquard, Die Pfund- oder Preßhefe, Weimar 1895. *Metzger.*

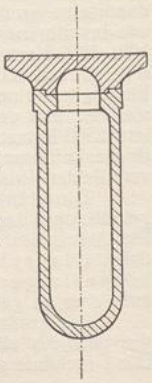
Pression, s. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 608.

Pressionsführung, die Führung der Geschosse im Geschützrohr (s. Munition).

Preßkohle, s. Brennstoffe, Brikettieren.

Preßkolben wirken entweder in hydraulischen Pressen oder als Pumpenkolben (s. d.) für Hochdruck, oder sie drücken in Pressen auf eine knetbare Masse.

Als Tauchkolben bilden sie einen abgedrehten Zylinder, der in dem ausgebohrten Teile des Preßzylinders (s. d.) geführt wird, und tragen einen Preßkopf, Kreuzkopf oder Kolbenstangenanschluß und bei liegenden oder hängenden Pressen eine Rückzugvorrichtung. Diese greift entweder außen an mit Kettenzügen und Gegengewicht oder mit Stangen von Rückzugzylindern oder wirkt innen durch Wasserdruck auf eine Kolbenringfläche im Haupt- oder Nebenzylinder.



Die Berechnung betrifft außer der Druck- (und Knick-)beanspruchung des Kolbenquerschnittes auch die Spannungen in der Wandung von hohlen Kolben (s. die Figur). Setzt man in der einfachen Formel (vgl. Bd. 5, S. 105) $\delta/R = p/s$ die Spannung s mit dem Druck p veränderlich, etwa $s = \sqrt{1000\,p}$ für Gußeisen und Bronze, so erhält man $\delta/R = \sqrt{p/1000}$ und hierzu die theoretische Druckspannung (Bd. 5, S. 106) $k = 1700/(2\,R/\delta - 1)$; z. B. für

$p =$	10	50	250	540 Atmosphären
$\delta/R =$	0,10	0,22	0,50	0,67 kg/qcm und
$k =$	90	210	570	850

Für Stahl kann die Spannung doppelt so hoch sein. Die berechnete Wandstärke erhält gegebenenfalls einen Zuschlag bis 1 cm. Ein massiver Stahlkolben

mit schräg gegen die Zylinderwand anliegenden Lederstulpen für 6000 Atmosphären ist in der Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 625, dargestellt. *Lindner.*

Preßkopf, s. Stanzen, Ziehen.

Preßkuchen, Preßling, im allgemeinen, die bei der Abscheidung von Flüssigkeiten durch Pressung in der Presse zurückbleibenden Rückstände (vgl. Filterpressen, Bd. 4, S. 35, Oelfabrikation, Bd. 6, S. 763, Saftpressen).

Preßluft (Druckluft) ist mit Hilfe von Gebläsen (s. Bd. 4, S. 327) verdichtete Luft.

Für die Erzeugung von Preßluft höheren Drucks dienen nur die Luftkompressoren (s. Bd. 6, S. 248 und [1], ferner Kraftübertragung, pneumatische [Bd. 5, S. 659]), und ausnahmsweise die Wasserstrahlgebläse (s. Strahlapparate und [2], [3]). Vergleich über die Wirtschaftlichkeit beider in [3]. — Die Luftkompressoren werden feststehend oder — zwecks Erzeugung von Druckluft an beliebiger Stelle — fahrbar gebaut, wobei im letzteren Fall der Betrieb in der Regel mit Hilfe von Verbrennungsmotoren erfolgt. In einzelnen Fällen wird die Preßluft in Behältern (Kesseln, Stahlflaschen) aufgespeichert und unabhängig von der Erzeugungsstelle zur Verwendung gebracht.

Die Verwendung der Preßluft ist eine sehr vielseitige, wie aus nachstehend alphabetisch geordneter Aufstellung ersichtlich ist. Sie dient zum Betrieb der Abklopfer (Abklopfhämmer zum Entfernen von Kesselstein, Farbresten, Oxydschichten), s. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 131, Fig. 11 a; zum Anlassen der Verbrennungsmotoren, s. Verbrennungsmotoren und [4]; zum Anstreichen (Bemalen, Lackieren, Spritzen, Tünchen), s. Luftpinsel, Zerstäubungsvorrichtungen und [5]; zum Ausblasen von Bohrungen [12]; zum Betrieb der Preßluftbohrmaschinen zum Bohren, Aufreiben u. s. w. für Metall und Holz, s. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 132, Fig. 12 und [5], für Gestein, Kohle u. s. w., s. Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 207 ff.; zum Betrieb von Bremsen (für Eisenbahn- und Straßenbahnfahrzeuge, s. Bremsen, Bd. 2, S. 265); zum Durchlüften von Wasser (beim Fischtransport) [6], bei der Enteisenung des Wassers, s. [6] und Wasserreinigung; bei Feuerstätten und Oefen als Verbrennungsluft, s. Oefen für technische Zwecke, Bd. 6, S. 735; zum Betrieb von Formmaschinen (Pressen, Abheben, Losklopfen und Abblasen der Modelle, s. Preßformmaschinen, S. 220; zur Getreide-, Späne- u. s. w. -förderung, s. Druckluftförderer, Bd. 3, S. 125 ff.; zur Gründung, s. Preßluftgründung, S. 230; zum Betrieb von Hämmern (Preßlufthandhämmer), zum Meißeln, Verstemmen, Putzen von Gußstücken u. s. w., s. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 129 ff., und [5], [7]; Fallhämmer, ebend., S. 132, Fig. 13 und 14; mit Preßluft betriebene Dampfhämmer, s. Hammer, Bd. 4, S. 766, und [8]; Preßluftniethämmer und -schlagnietmaschinen, s. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 128, und Nieten, Bd. 6, S. 616; beim Härten der Werkzeuge, s. Bd. 4, S. 745; zum Betrieb von Hebezeugen, s. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 132, Fig. 15, und [12]; zum Heben von Wasser und andern Flüssigkeiten (Sand, Schlamm), s. Mammutpumpen unter Pumpen und [9]; zur Betätigung von Kupplungen, s. [10]; zum Betrieb von feuerlosen Lokomotiven, s. [11]; zum Mischen (Umrühren), s. Rührwerke; zum Betrieb von (Luft-) Motoren, s. Kraftübertragung, pneumatische, Bd. 5, S. 659; zum Betrieb von Nietmaschinen, s. Nieten, Bd. 6, S. 616 ff.; zum Betrieb von Pressen im allgemeinen, s. S. 213; bei Rohrpostanlagen, s. d.; zum Betrieb von Rohrreinigungsapparaten; bei Sandsieben (zum Schütteln); zum Betrieb von Sandstrahlgebläsen (s. d.); zum Scheiden (Sichten, Separieren, Trennen) von Materialien verschiedener Größe u. s. w., s. Getreideschleuder, Windseparation; zum Betrieb von kleinen Schleif- und Poliermaschinen, s. Schleifen; zum Betrieb von Stampfapparaten für Formsand, Beton, Erde u. s. w., s. Stampfapparat; bei Torpedos (s. d.); bei Unterseeboten (s. d.) und bei Atmungsapparaten (s. d.) als Atemluft; für Unterwassersignale s. [15]; bei Werkzeugmaschinen zum Wegblasen der Späne [12], zur Umsteuerung [10], zum Vorschub u. s. w., zum Einspannen der Arbeitsstücke oder der Werkzeuge; zur Ventilation, s. Lüftung geschlossener Räume; zum Betrieb der Vibratoren, s. Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 131; zur Betätigung der Preßluftzangen, s. Zange; u. s. w. — Ueber die Wirtschaftlichkeit von Preßluftwerkzeugen in Kesselfabriken u. s. w. gegenüber Handarbeit vgl. [5], [13], [14]. — Ueber Preßlufteinrichtungen in Werkstätten, s. [5], [12].

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 208 und 479. — [2] Ebend. 1907, S. 915. — [3] Ebend. 1908, S. 895; „Glückauf" 1908, S. 375/79 (Hydraulische Luftkompressionsanlage der K. Berginspektion Claustal). — [4] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 575 (Das Anlassen der Verbrennungskraftmaschinen). — [5] Ebend. 1905, S. 1757 (Ueber die Verwendung von Preßluftwerkzeugen in Brücken- und Eisenhochbauwerkstätten). — [6] Werkstattechnik 1907, S. 519 (Preßluft, eine Schwester der Elektrizität). — [7] Möller, Paul, Untersuchungen an Drucklufthämmern (Doktordissertation, Berlin 1906, und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1150.) — [8] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 676 (Der große Drucklufthammer in den Terni-Stahlwerken). — [9] Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1908, S. 366 und 388 (Mammutpumpen); Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 2062, 2093, 2096 (Die Wirkungsweise der Preßluftpumpen); Ebend. 1904, S. 1080; 1901, S. 1756; 1898, S. 981; 1896, S. 996. — [10] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1331 (Druckluftumkehrkupplung an Hobelmaschinen); ebend. 1907, S. 198. — [11] American Machinist 1908, S. 633/40 (Preßluftlokomotive für 70 Atmosphären Betriebsdruck); „Stahl und Eisen" 1894, S. 886. — [12] Möller, Paul, Aus der amerikanischen Werkstattpraxis, Berlin 1904, S. 66 ff. (Sonderabdruck aus der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 185 ff.). — [13] Glasers Annalen 1904, S 73, 137, 157 (Betriebskosten von Preßluftwerkzeugen). — [14] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1148 (Die wirtschaftliche Bedeutung der Preßluftwerkzeuge). — [15] Ebend., S. 1402. — S. a. Literatur bei Kraftübertragung, pneumatische, Bd. 6, S. 661. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Preßluftgründung, im allgemeinen, das Fundationsverfahren, bei dem Preßluft in einen im Waſſer ſtehenden, unten offenen, ſonſt allſeitig geſchloſſenen Kaſten gepumpt wird, um denſelben trockenzulegen, und in den Arbeiter durch Luftſchleuſen eintreten, um dort Gründungsarbeiten vorzunehmen.

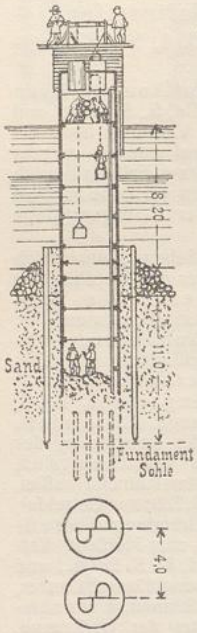


Fig. 1. Röhrenfundation (Szegedin).

Das Verfahren wurde zuerſt im November 1841 durch den franzöſiſchen Mineningenieur Triger in einem Berichte deutlich beſchrieben, den er an die „Académie des Sciences" in Paris gerichtet hat. Urſprünglich benutzte man als Käſten gußeiſerne Röhren, die unten offen, oben durch Luftſchleuſen geſchloſſen waren, welch letztere nicht nur den Durchgang der Arbeiter von der freien Luft in die mit Preßluft gefüllten Röhren und umgekehrt deren Austritt aus der Preßluft ins Freie zuließen, ſondern durch die man auch den Aushub in Kübeln in die Luftſchleuſen heben und ins Freie fördern konnte (Fig. 1). Die Röhren drangen infolge der Ausgrabung und durch ihr Eigengewicht nebſt zuſätzlicher Belaſtung in den Boden ein, wodurch es möglich wurde, auf feſten Baugrund zu gelangen und dann, ebenfalls durch die Luftſchleuſen, Beton in die Röhren einzubringen und ſie damit auszufüllen. — Zwei oder mehr ſolcher Röhren lieferten meiſt direkt den Stützpunkt eiſerner Brückenträger, doch verband man auch wohl ganze Gruppen ſolcher Röhren unter dem tiefſten Waſſerſtand der zu überbrückenden Waſſertiefe mittels Gewölben und erbaute auf denſelben ſteinerne Pfeiler. — Da die Geradeführung ſolcher Röhren beim Eingraben mit Schwierigkeiten verbunden war und dieſelben ihrer geringen Stabilität wegen in kolkenden Flüſſen bloß eine begrenzte Sicherheit boten, iſt dieſes Verfahren heute auf die Herſtellung von Brunnen für Waſſerleitungszwecke beſchränkt. Man ging bald zur Erſtellung von eiſernen Käſten über, deren Oberfläche meiſt genau ſo groß erſtellt wird als das Fundament, deſſen man bedarf. Dieſe Käſten (Arbeitskammern, Fig. 2) erhalten eine Höhe von 1,80—2,50 m und eine Decke aus kräftigen eiſernen Balken, die gegen die Seitenwandungen abgeſteift ſind. Auf die Decke wird direkt das Fundamentmauerwerk aufgeſetzt. Die Käſten werden ſamt dem Mauerwerk, das ſie tragen, bei großer Waſſertiefe von feſten oder ſchwimmenden Gerüſten aus mit Hängeketten oder Schrauben allmählich auf die Flußſohle hinuntergelaſſen. Zur Vermeidung allzu ſtarker Belaſtung der Rüſtung werden die Wandbleche der Arbeitskammer oberhalb deren Decke bis über den Waſſerſpiegel verlängert und damit ein oben offener Schwimmer geſchaffen, der das Mauerwerk aufnimmt. In der Decke der Arbeitskammer werden eiſerne Röhren von ungefähr 1,05 m Durchmeſſer aufgeſtellt, auf welche die Luftſchleuſen zu ſitzen kommen. Die Käſten werden ſamt dem Mauerwerk, das ſie tragen, durch Ausgraben des Untergrundes und deſſen Förderung ins Freie allmählich bis auf den guten Baugrund eingegraben und alsdann mit Beton oder Mauerwerk ausgefüllt. Schließlich ſchraubt man auch die aufgeſetzten Steig- und Förderröhren los und füllt den Raum, den ſie im Mauerwerk einnahmen, ebenfalls mit ſolchem aus, ſo daß das Fundament aus einem kompakten Mauerklotze beſteht, in dem die eiſerne Arbeitskammer eingemauert iſt. Der Blechmantel, der das ganze Mauerwerk umhüllt, und der den oben erwähnten Schwimmer gebildet hatte, trägt beim Eingraben dazu bei, die Reibung des Fundamentkörpers gegen den zu durchfahrenden Boden zu vermeiden.

Während man die Preßluftgründung urſprünglich beinahe ausſchließlich zur Fundierung von Brückenpfeilern verwendet hatte, wird dieſelbe heute durch **Aneinanderreihen zahlreicher**

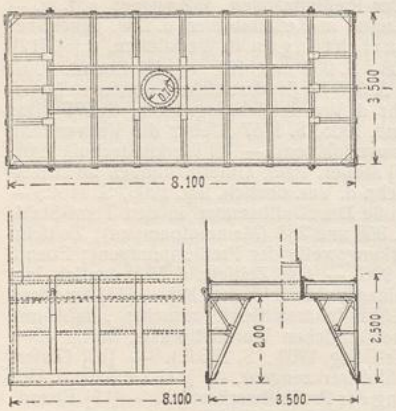


Fig. 2. Eiſerner Caiſſon (Reußbrücke, Luzern).

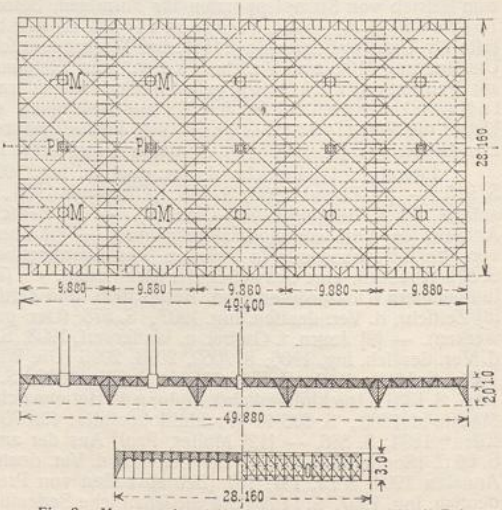


Fig. 3. Mauerwerkscaiſſon (Sifon von Cavanella di Po). *P* Perſonenſchleuſen. *M* Materialſchleuſen.

Mauerkörper zur Erſtellung von Wehren, Kaimauern, Schleuſen und Trockendocks verwendet. Gleichzeitig iſt man beſtrebt, den Verbrauch des Eiſens zu den Arbeitskammern und Mantelblechen möglichſt zu beſchränken. Zuerſt hat man in Amerika das Eiſen durch Holz zu erſetzen geſucht, kam aber raſch davon zurück. Erfolgreicher waren die Beſtrebungen, die Arbeitskammern, geſtützt auf die Fortſchritte in Erſtellung guter Bindemittel, ſoviel als möglich in Mauerwerk auszuführen. Bei Fundamenten großer Ausdehnung wird zu dieſem Zwecke die Verſteifung und Abdichtung der Decke der Arbeitskammer mit Weglaſſung eiſerner Bleche durch Gewölbe aus Beton bewirkt, die zwiſchen die Deckenbalken eingegoſſen und unten mit einem Verputz verſehen werden (Fig. 3). Bei kleineren Fundamenten werden die Wände ſowohl als die Decke aus Beton gegoſſen, und man beſchränkt das Eiſen auf einen Schling zum Schutze des Fußes der Arbeitskammer (Fig. 4 und 4 a).

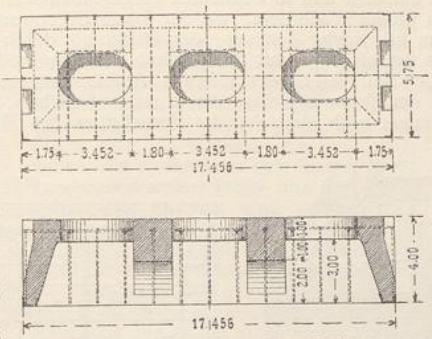


Fig. 4. Mauerwerkscaiſſon (Cadiz).

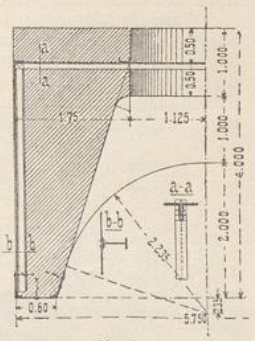


Fig. 4a.

Armiert man den Beton der Seitenwände und der Decke mit Eiſeneinlagen ſo gelingt es, die Arbeitskammern auch größerer Fundamentkörper ohne eiſerne Kaſten bloß aus Mauerwerk zu erſtellen. Das Verfahren wurde in neueſter Zeit bei größeren Bauwerken mit vollſtändigem Erfolg angewendet und empfiehlt ſich überall dort, wo es möglich iſt, den Fundamentkörper vor der Verſenkung auf feſtem Boden aufzubauen, ſo z. B. bei Widerlagern von Brücken

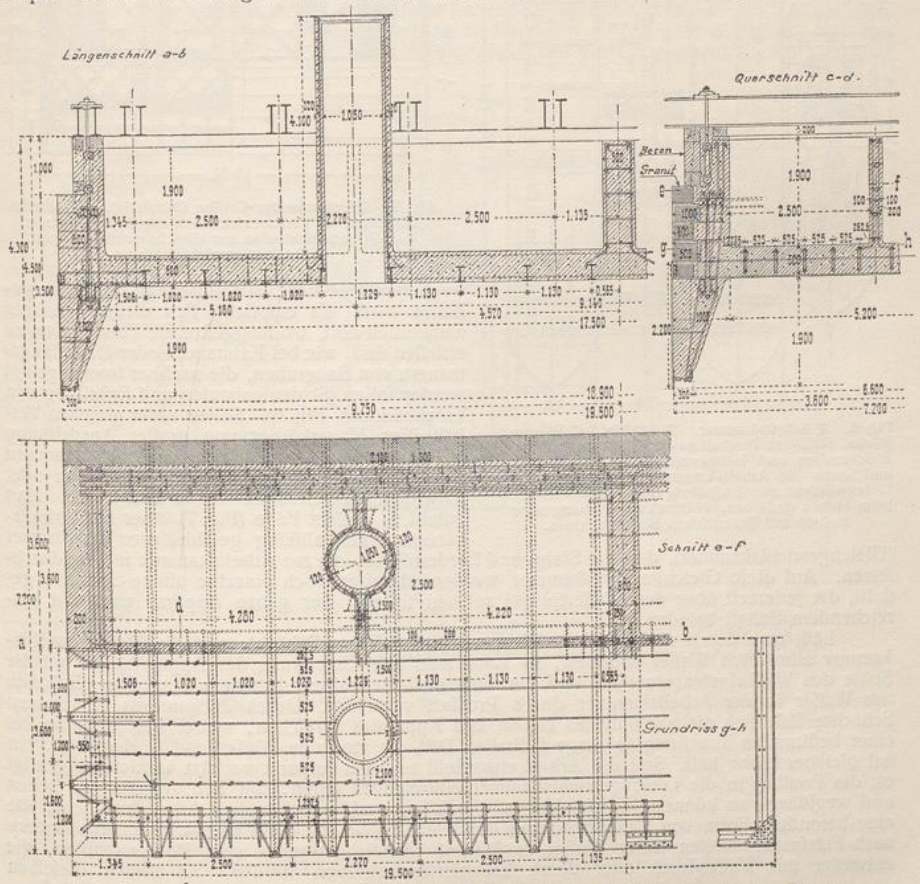
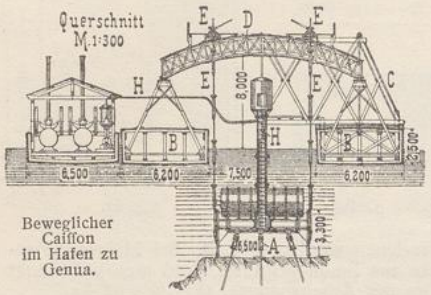


Fig. 5. Caiſſon aus armiertem Beton mit Granitverkleidung zur neuen Jetée des Hafens von Dieppe.

oder Kaibauten. In neueſter Zeit wurden beim Hafenbau Fundamentkörper aus armiertem Mauerwerk ſamt ihrer Granitverkleidung in Trockendocks aufgemauert und nach ihrer Erhärtung bei Flut mit Hilfe hölzerner Schwimmer an die Verwendungsſtelle geſchwemmt, wo ſie bei Ebbe auf dem Untergrund auffaßen und in demſelben eingegraben werden konnten (Fig. 5).

Bei Fundamenten in großer Waſſertiefe, wo der ſolide Untergrund ſich untief unter der Sohle vorfindet, zieht man in neueſter Zeit vor, den Baugrund durch Baggerung des überliegenden lockeren Bodens freizulegen, ſomit den Aushub nicht in Preßluft zu vollziehen. In dieſem Falle erſpart man ſich den Verluſt der eiſernen Arbeitskammer, wenn man das Fundamentmauerwerk ſtatt auf der Decke derſelben direkt unter derſelben, ſomit in Preßluft ausführt, wobei die Arbeitskammer nach Maßgabe des Fortſchrittes der Mauerung, meiſt an be-



Beweglicher Caiſſon im Hafen zu Genua.

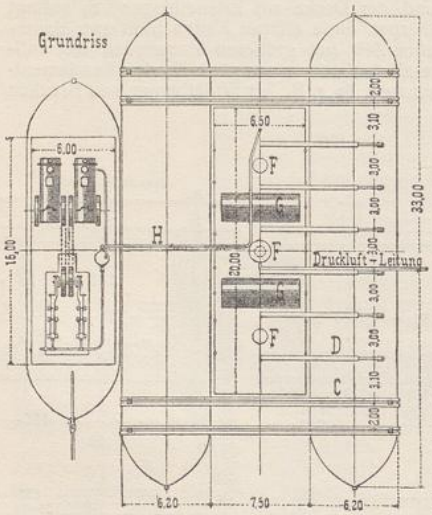
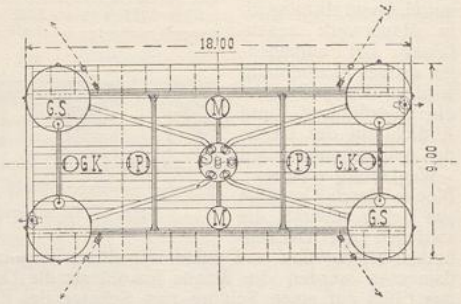


Fig. 6. *A* Arbeitskammer. *B* Schiffe. *C* Eiſerne Böcke. *D* Eiſerne Tragbalken des Schwimmgerüſtes. *E* Schrauben und Hängevorrichtung zum Heben und Senken der Arbeitskammer. *F* Steigeſchächte. *G* Schwimmer zur Entlaſtung der Arbeitskammer beim Heben derſelben. *H* Druckwaſſerleitung zum Bohren mit Brandtſchen Bohrmaſchinen.



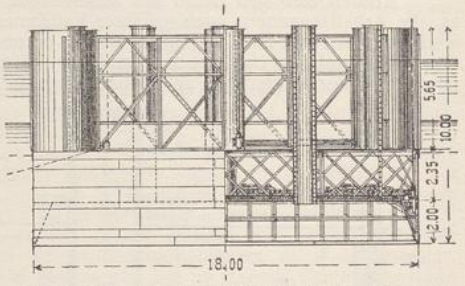


Fig. 7. Schwimmender Caiſſon (Marſeille). *M* Materialſchleuſen. *P* Perſonenſchleuſen zur Arbeitskammer. *GK* Perſonenſchleuſen zur Gleichgewichtskammer. *GS* Gleichgewichtsſchächte.

weglichen Gerüſten, allmählich in die Höhe gehoben wird. Es empfiehlt ſich dieſes Verfahren namentlich dort, wo langgeſtreckte Fundamente zu erſtellen ſind, wie bei Kaimauern oder Umfaſſungsmauern von Baugruben, die nachher trockengelegt werden ſollen (Schleuſenbauten und Erſtellung von Trockendocks, Fig. 6). Sollen unter gleichen Verhältniſſen Mauerkörper von großer Ausdehnung erſtellt werden, ſo laſſen ſich die Arbeitskammern ihrer Abmeſſung wegen nicht mehr an feſten oder ſchwimmenden Gerüſten ſenken und heben. Man erſtellt in dieſem Falle (Fig. 7) über der Arbeitskammer einen allſeitig geſchloſſenen Schwimmer (Gleichgewichtskammer), den die Steig- und Förderröhren, die zur Arbeitskammer führen, durchſetzen. Auf dieſe Gleichgewichtskammer werden überdies noch einzelne offene Schächte geſtellt, die jederzeit über den Waſſerſpiegel reichen ſollen. Der ganze Apparat wird mit hinreichendem Ballaſt beladen.

Läßt man durch verſchließbare Klappen in die offenen Schächte und die Gleichgewichtskammer allmählich Waſſer eintreten, ſo kann man die Einſenkung des Apparates bis auf die Sohle des Waſſerlaufes erwirken und ihn dort auch feſthalten, trotzdem man nun allmählich das Waſſer in der Arbeitskammer durch Preßluft verdrängt. Durch Auspumpen der offenen Schächte läßt ſich ein allmähliches Heben des Apparates erreichen, wobei ſich derſelbe bei einer beſtimmten Tauchung ſo lange feſthalten läßt, als man den Waſſerſtand in den Schächten auf gleicher Höhe hält. Soll die Arbeit eingeſtellt und der Apparat verſetzt werden, ſo genügt es, die Preßluft in die Gleichgewichtskammer eintreten zu laſſen, um den Apparat zu heben und wegführen zu können. In ſolchen automobilen und aufgehängten Arbeitskammern, die eine beſondere Form von Taucherglocken darſtellen, laſſen ſich nicht nur Mauerungen, ſondern auch Felsſprengarbeiten unter Waſſer ausführen. Dabei verwendet man Bohrmaſchinen, die entweder mit Waſſerdruck oder durch Elektrizität betrieben werden. Es finden dieſelben

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

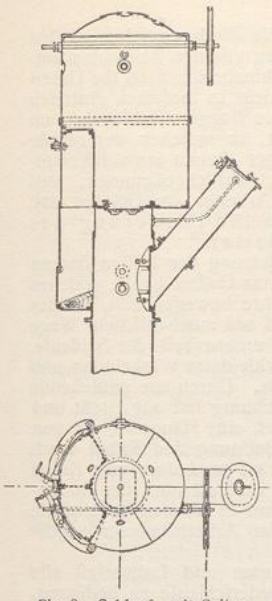


Fig. 8. Schleuse mit Seitenkammer.

namentlich beim „Bau am Meere", d. h. zur Erstellung von Kaimauern, Schleusen und Trockendocks in offenen Häfen Verwendung.

Nicht nur der Bau der Arbeitskammern hat sich allmählich vervollkommnet, sondern auch die Vorrichtung zur Förderung des Aushubes an die freie Luft. Die **Luftschleusen,** welche anfänglich in einem Raume bestanden, der mit zwei Türen versehen war, von denen die eine nach außen, die andre nach dem Steigeschacht zur Arbeitskammer führte und von denen gleichzeitig nur die eine geöffnet sein konnte, genau wie bei den Toren einer Kammerschleuse, und die gleichzeitig sowohl zum Ein- und Aussteigen der Arbeiter als auch zum Durchschleusen des Aushubes dienten, erhielten bald mehrere Kammern, die gegen einen Raum führen, der stets mit den Steigröhren in Verbindung steht. Man gewann damit den Vorteil, in diesem Raume den Aufzug des Aushubes ununterbrochen mit Hilfe einer mechanisch betriebenen Winde bewerkstelligen zu können und abwechslungsweise die eine Schleusenkammer mit dem Aushubmaterial zu füllen, währenddem die andre ihre Füllung nach außen entleert. Die Anordnung dieser verschiedenen Schleusenkammern und die mechanische Hebevorrichtung unterscheiden einzig die zahlreichen bestehenden Luftschleusensysteme. Zum größten Teil vollzieht sich der Aufzug in Kübeln, deren Inhalt oben in die Kammern entleert wird (s. Fig. 8). Man hat indes schon bald nach Einführung der Preßluftgründungen den Versuch gemacht, die Luftschleusen

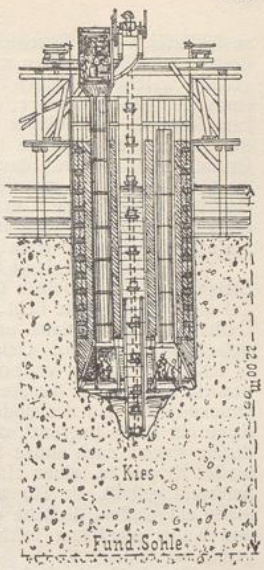


Fig. 9. Baggereinrichtung (Kehl).

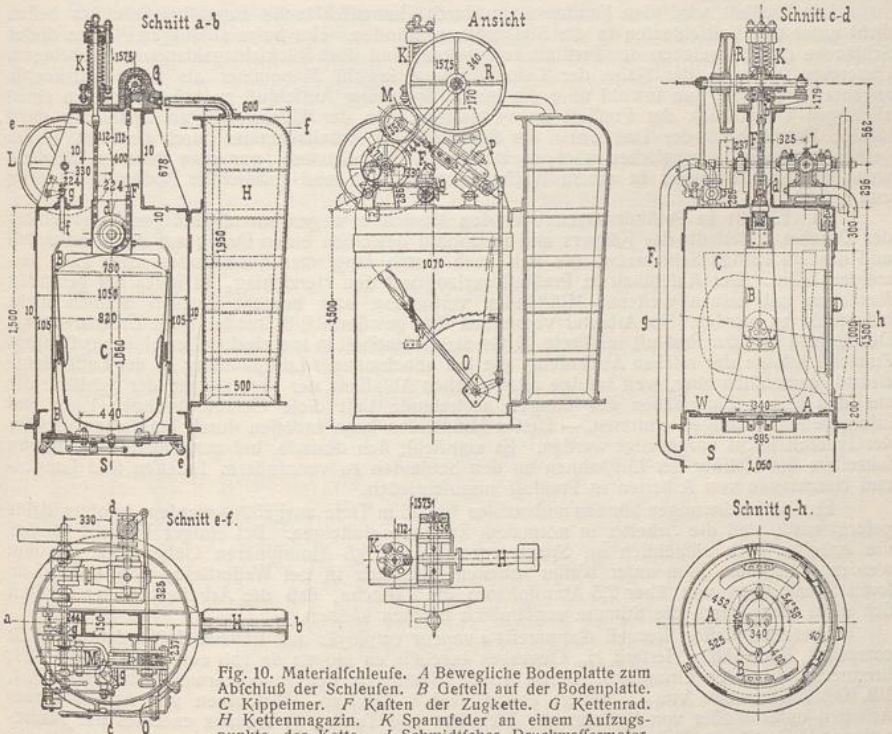


Fig. 10. Materialschleuse. *A* Bewegliche Bodenplatte zum Abschluß der Schleusen. *B* Gestell auf der Bodenplatte. *C* Kippeimer. *F* Kasten der Zugkette. *G* Kettenrad. *H* Kettenmagazin. *K* Spannfeder an einem Aufzugspunkte der Kette. *L* Schmidtscher Druckwassermotor. *M* Friktionsrolle. *O* Hebel zum Ein- und Ausschalten der Friktionsrolle. *P* Bremse. *Q* Antriebsscheibe der Achse zum Kettenrad. *S* Steigeröhre. *T* Leitung für Preßluft samt Regulierhahnen. *W* Winkel zum Anschlag der Bodenplatte. *d* Kettenrolle zur Aufhängung des Bodens und Kippeimers. *fg* Schieber zum Oeffnen des Lufthahns, um Druckluft abzulassen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ausſchließlich zum Durchſchleuſen der Arbeiter zu verwenden und die Förderung des gelöſten Bodens mit Baggerketten zu erwirken. Dieſelben werden in ſpeziellen eiſernen Schächten aufgeſtellt, welche an beiden Enden offen ſtehen und unten etwas tiefer hinabreichen als die Unterkante der Arbeitskammer, die ſie durchſetzen, ſo daß die Preßluft nicht in dieſelben eintreten kann und ſie voll Waſſer ſtehen (ſ. Fig. 9). Infolge der Tätigkeit des Baggers bildet ſich um den Fuß dieſer Schächte im Boden der Arbeitskammer ein Trichter, in welchen der gelöſte Grund geworfen wird, damit ihn der Bagger faſſen kann. Als Bagger dienen ſowohl Ketten- als Greifbagger. In neueſter Zeit iſt man indes von dieſem Verfahren zurückgekommen, weil dasſelbe verſchiedene Unzukömmlichkeiten und Gefahren für die Arbeiter im Gefolge hat. Dagegen baut man jetzt mit Vorliebe ſpezielle Luftſchleuſen für Förderung des Aushubes neben den Schleuſen für Förderung der Arbeiter.

Die Materialſchleuſe von Zſchokke (Fig. 10) bildet die Fortſetzung der 1,05 m ſtarken Steigeröhre. In derſelben bewegt ſich ein Kübel, der in einem eiſernen Geſtell hängt, welches auf einer Bodenplatte ſteht, die ſich mit einigem Spiel durch die Röhre bewegen läßt. Dieſes Geſtell ſamt Bodenplatte und Kübel hängt an einer Kette und wird auf mechaniſchem Wege geſenkt und gehoben. Gelangt beim Hub die Bodenplatte an den untern Teil der Schleuſe, ſo ſchlägt ſie an ein vorſpringendes, mit einer Kautſchukdichtung verkleidetes Winkeleiſen und bewirkt automatiſch das Ausſtrömen der Preßluft oberhalb des Bodens. Durch die entſtehende Druckdifferenz auf der Bodenplatte wird dieſelbe an die Kautſchukdichtung feſt angepreßt und damit ein Raum begrenzt, der bald von Preßluft frei iſt. Dies geſtattet, eine Hängetür, die von dieſem Raume nach außen führt, zurückzuſchieben und durch die Oeffnung den Kübel durch bloßes Kippen in ſeinen Hängelagern nach außen zu entleeren. Hierauf wird der leere Kübel ſenkrecht geſtellt, die Tür wieder vorgeſchoben, durch einen Hahnen Preßluft über der Bodenplatte eingelaſſen, dieſelbe dadurch von der Dichtung frei gemacht, und es können Bodenplatte und Kübel wiederum raſch heruntergelaſſen und der letztere in der Arbeitskammer wieder gefüllt werden.

Die Leiſtung dieſer Luftſchleuſe überbietet bei kleinſtem Raume und Luftverluſt alle andern Förderſchleuſen, ohne die Gegenwart von Arbeitern in der Förderſchleuſe zu bedingen, in welcher allgemein in warmen Ländern und bei uns im Sommer eine unerträgliche Hitze herrſcht. Da der Förderkübel ca. 0,4 cbm hält, ſo laſſen ſich mit demſelben Aushubmaterialien von mäßigen Dimenſionen ohne weitere Verkleinerung nach außen fördern, aber auch größere Baumaterialien, wie Verkleidungsſteine und Quader, in die Arbeitskammer einführen. — Die Hebevorrichtung wird mit Dampf, Druckwaſſer oder Elektromotoren, je nach den örtlichen Verhältniſſen, betrieben.

Die Preßluft wird den Fundamenten durch Gummiſchläuche zugeführt, die am beſten dicht unter den Luftſchleuſen in die Steigeröhren münden. Um beim allfälligen Platzen dieſer Schläuche das Entweichen der Preßluft zu hindern, ſind dort Rückſchlagsklappen anzubringen. Ueberdies ſollen in der Nähe der Lufteinführung ſowohl Manometer als Sicherheitsventile angebracht werden, um ſowohl über die innere Spannung Aufſchluß zu geben, als um einen allfälligen Ueberdruck der Preßluft zu verhindern. Da der Ueberſchuß an Spannung meiſt infolge Entweichens der Luft unter der Schneide der Arbeitskammer durch den mit Waſſer geſättigten Boden ausgeglichen wird, ſo tritt das Sicherheitsventil nur etwa dann in Tätigkeit, wenn die Arbeitskammer in einem waſſerundurchläſſigen und luftdichten Boden ſteckt (Ton und Lehm).

Der Eintritt in Preßluft erzeugt für den Menſchen wegen unvollſtändiger Ausgleichung des Druckes außerhalb des Körpers und im Innern desſelben einen Druck auf das Trommelfell und deshalb heftige Schmerzen, die ſich auch durch langſames Einſchleuſen nicht ganz vermeiden laſſen. Der Aufenthalt in Preßluft verlangſamt den Herzſchlag, iſt indes bei geſunden Menſchen mit keinen weiteren Mißſtänden verbunden und braucht deshalb zeitlich nicht beſchränkt zu werden. Die Arbeiter verbleiben dort gewöhnlich 8 Stunden ohne Unterbrechung. Der Austritt aus der Preßluft ins Freie iſt für die Geſundheit in mehrfacher Beziehung gefährlich. Zunächſt infolge der raſchen Abkühlung, die bei abnehmender Luftſpannung in der Luftſchleuſe eintritt, namentlich aber, weil infolge allzu raſchen Ablaſſens der Preßluft aus der Schleuſe die aus den feinen Blutgefäßen der Lungen austretende Luft dieſe Gefäße ſprengen kann und infolgedeſſen Blutungen eintreten. — Dieſen Mißſtänden kann indeſſen durch langſames Ablaſſen der Preßluft leicht vorgebeugt werden. Es empfiehlt ſich deshalb, bei zunehmender Spannung ſukzeſſive das Kaliber der Lufthahnen an den Schleuſen zu vermindern. Indeſſen ſind Lungen- und Herzkranke von Arbeiten in Preßluft auszuſchließen.

Preßluftfundierungen können anſtandslos bis 25 m Tiefe ausgeführt werden, inſofern dafür geſorgt wird, daß die Arbeiter in normalem Zuſtande einſteigen. Bei einiger Vorſicht können die Arbeiter auch allmählich an Spannungen bis zu 3,5 Atmoſphären Ueberdruck gewöhnt werden, ſomit bis 35 m unter Waſſer arbeiten. Peinlich iſt bei Waſſertiefen von über 25 m, ſomit Spannungen von über 2,5 Atmoſphären die Tatſache, daß die Arbeiter in der Preßluft ſich nicht mehr durch die Stimme verſtändlich machen können.

Literatur: Caſtor, Recueil d'appareils à vapeur employés aux travaux de fondations à l'air comprimé, Paris 1869; Herſent, H., Ouvrages exécutés au moyen de l'air comprimé, Paris 1889; Brennecke, L., Der Grundbau, Berlin 1887; Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 1, VII. Kap., Grundbau von G. Meyer; ebend., Bd. 4, XII. Kap., Maſchinen und Apparate zum Arbeiten unter Waſſer von L. Franzius; Zſchokke und Terrier, 1. Travaux exécutés par l'entreprise et P. Terrier en Italie dans les années 1883/89; 2. Application des procédés pneumatiques à la construction des grands ouvrages et plus spécialement des Bassins de Radoub, Paris; Zſchokke, C., Pneumatiſche Fundierungen, Fortſchritte der Ingenieurwiſſenſchaften, Leipzig 1897.

C. Zſchokke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Preßluftſpritzapparate (Farbenzerſtäuber), ſ. Luftpinſel und Zerſtäubungsvorrichtungen.

Preßluftwerkzeuge, ſ. Preßluft, Druckluftwerkzeuge, Bd. 3, S. 127.

Preßmaſchine (Preßblech), eine gezahnte Schiene am Wirkſtuhle, welche nur einzelne Nadelhaken zupreßt zur Herſtellung von Preßmuſtern.

Preßplatten, zwiſchen das Preßgut eingelegte Platten, die für gewiſſe Zwecke auch erhitzt und zwar in der Regel während der Preſſung durch Dampf oder warmes Waſſer oder durch kaltes Waſſer gekühlt werden. Sie finden ſich bei den Etagenpreſſen der Oelfabriken (ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762, Fig. 4), bei Tuchpreſſen (ſ. Tuchfabrikation), bei Vulkaniſierpreſſen u. a. *A. Widmaier.*

Preßrad, ſ. Wirkerei.

Preßſack, ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762.

Preßſchemel, ein Fußtritthebel im Handwirkſtuhle, mit Hilfe deſſen der Arbeiter die Preßſchiene auf die Nadelreihe drückt.

Preßſchmieden, ſ. Schmieden.

Preßſpan (Glanzpappe), ſ. Pappeforten, S. 19.

Preßſteinkohle, ſ. Brikettieren.

Preßſtempel, ſ. Preſſen.

Preßſtücke, ſ. v. w. Schmiedeſtücke, die durch Preßſchmieden hergeſtellt ſind, ſ. Schmieden.

Preßſtuhl (Molettierſtuhl), ſ. Molettieren, Bd. 6, S. 467.

Preßtiſch, ſ. Preſſen und Preßwagen.

Preßtuch (bei Scheidepreſſen), ſ. Oelfabrikation, Bd. 6, S. 762, und Saftpreſſen.

Preſſurenſchneidmaſchine, ſ. v. w. Briſurenſchneidmaſchine (ſ. Bd. 2, S. 308).

Preßverfahren von Huber, ſ. Stanzen, Prägen.

Preßwagen, Transportwagen, mittels deſſen die zu preſſenden Materialien eventuell mit den notwendigen Preßformen in die Preſſe eingefahren werden, ſo daß alle Vorbereitungsarbeiten außerhalb der Preſſe ſtattfinden können und die Preſſe dadurch leiſtungsfähiger wird, da auch das Wegnehmen des Preßguts von der Preſſe raſch erfolgt.

Die Preßwagen bleiben während des Preſſens in der Preſſe, und es muß deshalb die Anordnung ſo getroffen werden, daß nur der Boden des Wagens den Preßdruck erleidet und die Laufräder entlaſtet ſind. Sie werden beſonders bei Pack- und Glättpreſſen für Papier u. dergl., ferner bei Traubenpreſſen (ſ. Saftpreſſen) angewendet. Bei kleineren Preſſen findet man zu gleichem Zweck drehbare Preßtiſche angeordnet. *A. Widmaier.*

Preßwaſſerleitung, ſ. Kraftübertragung, hydrauliſche, Bd. 5, S. 656.

Preßwerk, Bezeichnung für a) Werkſtätte, in der Preßſchmiedeſtücke (ſ. Schmieden), Preßbleche (ſ. d.), Preßböden für Dampfkeſſel u. ſ. w. hergeſtellt werden; b) Luppenquetſche, ſ. Luppe, Bd. 6, S. 268.

Preßzylinder werden für hohen Flüſſigkeitsdruck benutzt.

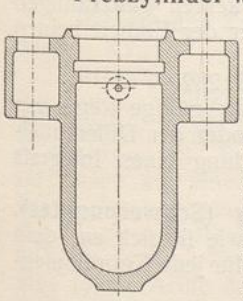


Fig. 1.

Sie ſind als Hohlzylinder (nach Bd. 5, S. 105 und 106) zu bemeſſen. Die Zylinder ſitzen entweder mit ſeitlicher Befeſtigung an einem Geſtell von großer Ausladung (ſ. Bd. 6, S. 616 f.) oder ſtehen durch zwei oder vier Zugſtangen mit dem Preßwiderlager in Verbindung. Fig. 1 zeigt einen einfachen Preßzylinder mit zwei angegoſſenen Augen für die Stangen. Fig. 2 [3] (eine Preſſe zum Verdichten eines Stahlblockes nach dem Gießen in der Kokille mit 350 Atmoſphären Bodendruck) enthält oben und unten je einen Preßzylinder, die in zweiteilige Querhäupter eingeſetzt ſind (vgl. Bd. 3, S. 730). Das mit der Steuerung verbundene Ein- und Auslaßrohr mündet in Fig. 1 im höchſten Punkte des Zylinderraumes, damit die Luft zuerſt austreten kann; doch entweicht die Luft bei dem hohen Druck auch, wenn das Waſſerrohr unten mündet (vgl. Fig. 2), teils durch die Stopfbüchſe, teils durch Abſorption im Waſſer. Hierbei kann man den Zylinder innen als Führung für den Kolben in

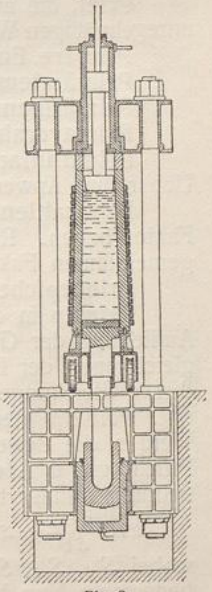


Fig. 2.

ganzer Länge ausbohren. Sonſt gießt man ihn ſo viel weiter als die Bohrung an der Stopfbüchſe, daß der Kolben nicht anſtreift, und daß für den Waſſerdurchgang an der Mündung genügende Weite bleibt. Liegende Zylinder von großer Länge erhalten zur Unterſtützung des Kolbens im Zylinder einzelne ausgebohrte Ringflächen, weil ſich bei lang durchgehender Gleitbahn Riefen einfreſſen würden. Den Zylinderboden bildet man beſſer gewölbt ſtatt als Platte (ſ. d.) oder ſetzt ihn beſonders an (Bd. 3, S. 735).

Armierte Preßzylinder beſtehen aus einem Kernrohr und einem mit Spannung warm aufgezogenen Mantel auch in mehrfacher Wiederholung dieſes Syſtems [1], wie bei der Geſchützfabrikation (Bd. 4, S. 427), oder mit einzelnen Schrumpfringen, wie an der Kokille (Fig. 2). Hierbei bleiben die Spannungen im Innern beſonders beanſpruchter Zylinder um die anfängliche Druckſpannung niedriger als bei einteiliger Ausführung mit der geſamten Wandſtärke, abgeſehen davon, daß beim Gießen große Wandſtärken weniger dicht und feſt ausfallen. Für den Fall z. B., daß ein Zylinder (aus Gußeiſen) mit einem Mantel (aus Stahl) umgürtet werden ſoll, hat man zunächſt den Grad der Entlaſtung des Innenzylinders bei dem höchſten Betriebsdruck von p Atmoſphären durch die Wahl des beabſichtigten Flächendruckes q zwiſchen den Zylindern anzunehmen, etwa $q = 0{,}8\,p$ (oder $q = 0{,}6\,p$ für gleiches Material). Hiernach berechnet ſich überſchläglich die Wandſtärke w_1 des Innenrohres mit der zuläſſigen Spannung s_1 (z. B. 250 für Gußeiſen) unter Einführung feines Außendurchmeſſers d in Zentimetern aus $(p - q)\,d = 2\,w_1\,s_1$ und die Wandſtärke w_2 des Mantels für den gleichen (inneren) Durchmeſſer d aus $q\,d = 2\,w_2\,s_2$ (mit z. B. $s_2 = 2000$ kg/qcm Spannung für Stahl). — Durch Addition beider Gleichungen folgt $p\,d = 2\,w_1\,s_1 + 2\,w_2\,s_2$, und für den Fall, daß kein Druck im Zylinder herrſcht, $-\,w_1\,s_{10} = w_2\,s_{20}$, d. h.: im Kern beſteht hierbei die Druckſpannung $-\,s_{10}$ unter der Schrumpfſpannnung s_{20} des Mantels. Von dieſem Ruhezuſtand aus dehnen ſich die Zylinder bei dem Betriebsdruck p, nach dem Elaſtizitätsgeſetz $\lambda/l = s/E$, näherungsweiſe in gleichem Maße, ſo daß $s_1/E_1 - s_{10}/E_1 = s_2/E_2 - s_{20}/E_2$ wird. Hiernach findet man s_{10} und $-\,s_{20}$ aus $-\,s_{10}/w_2 = s_{20}/w_1 = (E_1\,s_2 - E_2\,s_1)/(E_1\,w_1 + E_2\,w_2)$. — Damit im Ruhezuſtand der Anlagedruck $q_0 = 2\,w_2\,s_{20}/d$ poſitiv bleibt, muß s_2 größer als $s_1\,E_2/E_1$ gewählt werden. Um die Ruheſpannung s_{20} zu erzielen, wird der Mantel auf einen etwas kleineren Durchmeſſer d_2 ausgebohrt, als der Durchmeſſer d_1 auf dem Kernrohr nach dem Abdrehen beträgt, ſo daß nach dem Warmaufziehen unter den Spannungen s_{10} und s_{20} beide gleich werden, nämlich $d_1\,(1 + s_{10}/E_1) = d_2\,(1 + s_{20}/E_2)$. Hiermit erhält man das Schrumpfmaß $(d_1 - d_2)/d = s_2/E_2 - s_1/E_1 = s_{20}/E_2 - s_{10}/E_1$. Berückſichtigt man noch, daß ſich die Oberflächen unter dem Anlagedruck verdrücken und ſtauchen, ſo hat man das Schrumpfmaß etwas größer als berechnet anzunehmen. Geht man aber umgekehrt von dem Schrumpfmaß aus, indem man etwa $(d_1 - d_2)/d = 1/1000$ in die Rechnung ſetzt, ſo richten ſich danach die vorher angenommenen Spannungen.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 621—626 (armierte Preßzylinder für Huberpreſſung mit 3000—6000 Atmoſphären). — [2] Ebend., 1905, S. 863 (Preſſe für 1000 t bei 250 Atmoſphären). — [3] Ebend., 1906, S. 1280 (Harmet-Verfahren). *Lindner.*

Preußiſchblau, ſ. Pariſerblau.

Preußiſchbraun, ſ. Hatchetts Braun.

Preußiſche Kappe, ſ. Gewölbe, Bd. 4, S. 505.

Pricken, ſ. Seezeichen.

Priel, die auf dem Watt während der Ebbezeit zum Vorſchein kommenden unregelmäßigen Waſſerläufe, welche den Reſt des Flutwaſſers abführen (ſ. Balje).

Primäre Formationen und Schichten, ſ. Schichtgeſteine.

Primärelement, ſ. Polariſation.

Primärſpannungen, ſ. Nebenſpannungen.

Primaveraholz, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 697.

Primulinfarben, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 625. Ueber ihre Anwendung in der Färberei ſ. Entwicklungsfarben.

Primzahlen, ganze Zahlen, die außer der Einheit keinen ganzzahligen Faktor haben. Relative Primzahlen ſind ſolche, die außer der Einheit keinen gemeinſamen Faktor haben. Näheres ſ. Zahlen.

Princepſche Legierungen, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 282.

Prinzip in der Mechanik heißt eine in weitem Umfang gültige Regel zur Aufſtellung der Gleichgewichtsbedingungen eines Syſtems oder der Differentialgleichungen der Bewegung eines ſolchen oder zur Auffindung eines Integrals dieſer Gleichungen.

Prinzip der Bewegung des Maſſenmittelpunktes (Schwerpunktes). Werden die Bewegungsgleichungen eines Maſſenſyſtems, wie ſie ſich aus dem Prinzip von d'Alembert ergeben, durch das ganze Syſtem für jede Koordinatenrichtung ſummiert, ſo erhält man drei Gleichungen:

$$\Sigma m_i \frac{d^2 x_i}{d t^2} = \Sigma X_i + \Sigma S_{xi}, \quad \Sigma m_i \frac{d^2 y_i}{d t^2} = \Sigma Y_i + \Sigma S_{yi}, \quad \Sigma m_i \frac{d^2 z_i}{d t^2} = \Sigma Z_i + \Sigma S_{zi},$$

wobei S_{xi}, S_{yi}, S_{zi} die auf den Maſſenpunkt m_i treffenden Verbindungskräfte bedeuten. Nun beſtehen aber für die Koordinaten x_i, y_i, z_i des Maſſenmittel-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

punktes die Gleichungen $\Sigma m_i x_i = M x_1$, $\Sigma m_i y_i = M y_1$, $\Sigma m_i z_i = M z_1$, worin M die Gesamtmasse des Systems bedeutet (s. Massenmittelpunkt, Bd. 6, S. 319). Nimmt man von ihnen die zweiten Differentialquotienten, so sind sie die linken Seiten der vorstehenden Gleichungen, und diese gehen über in

$$M\frac{d^2x_1}{dt^2} = \Sigma X_i + \Sigma S_{xi},\quad M\frac{d^2y_1}{dt^2} = \Sigma Y_i + \Sigma S_{yi},\quad M\frac{d^2z_1}{dt^2} = \Sigma Z_i + \Sigma S_{zi}.$$

Dies sind aber die Bewegungsgleichungen eines Punktes, der die Masse M enthält, die Koordinaten x_1, y_1, z_1 hat und an welchem alle Kräfte P_i, S_i des Systems in ihren Richtungen angreifen. Daher enthalten diese Gleichungen den Satz: Der Massenmittelpunkt eines Punktsystems, welches Kräften P_i und Bedingungen unterworfen ist, welche durch Kräfte S_i darstellbar sind, bewegt sich so, als ob in ihm die Gesamtmasse des Systems vereinigt wäre und an ihm alle Kräfte des Systems einschließlich der Bedingungskräfte in ihren Richtungen angriffen. Dieser Satz heißt das Prinzip der Bewegung des Massenmittelpunktes.

Ist das System frei, d. h. nur solchen Bedingungen unterworfen, die bloß von der gegenseitigen Lage der Punkte abhängen, so fallen bei der Summation die Verbindungskräfte S_i, da sie doppelt mit entgegengesetzten Vorzeichen vorkommen, fort; in gleicher Weise geschieht dies auch mit den zwischen zwei Massenpunkten wirkenden inneren Kräften in den ΣX_i u. s. w., so daß für die Bewegung des Massenmittelpunktes nur die Resultante der äußeren Kräfte in Betracht kommt. Ist diese Null, so bewegt sich der Massenmittelpunkt gleichförmig auf einer Geraden (Prinzip der Erhaltung der Bewegung des Schwerpunktes).

Vorstehender Satz kann folgende Erscheinungen erklären. 1. Der Massenmittelpunkt eines schweren festen Körpers, den man im leeren Raume irgendwie schleudert und sich dann selbst überläßt, beschreibt eine Parabel; deren Ebene durch die Anfangsrichtung seiner Geschwindigkeit hindurchgeht. Die vollständige Bewegung des Körpers ist eine Windungsbewegung um eine wechselnde Achse; dieselbe ist äquivalent einer Translationsbewegung, welche durch die parabolische Bewegung des Massenmittelpunktes gegeben ist, und einer Rotation um eine wechselnde Achse dieses Punktes. — 2. Finden während der Bewegung eines solchen Körpers im Innern desselben Explosionen statt, so vermögen diese die Bewegung des Massenmittelpunktes nicht zu ändern, und es setzt derselbe seine Bewegung ebenso fort, als ob keine Störung der Massenverteilung stattgefunden hätte. Denn die Kräfte, welche die Explosion bewirken, sind innere Anziehungs- und Abstoßungskräfte, welche paarweise entgegengesetzt gleich sind und sich also tilgen, wenn sie an den Massenmittelpunkt verlegt werden. Eine Aenderung in der Bewegung des Massenmittelpunktes findet nur durch Hinzutreten eines Widerstandes statt, den die abgesprengten Teile beim Aufstoßen auf Hindernisse finden. — 3. Auf unser Sonnensystem wirken die Anziehungen der Fixsterne als äußere und die Anziehungen der Körper des Sonnensystems untereinander als innere Kräfte. Erstere sind wegen der großen Entfernungen sehr klein, letztere tilgen sich als paarweise entgegengesetzt gleich. Daher bewegt sich der Massenmittelpunkt des Sonnensystems gleichförmig in gerader Linie oder ist in Ruhe. — 4. Eine an Ketten aufgehängte Lokomotive befinde sich in Ruhe. Wird nun der Kessel geheizt und wirkt der Dampf auf die Kolben, so fängt die Maschine an, Pendelschwingungen zu machen, so zwar, daß, wenn der Kolben vorwärts geht, die Maschine sich rückwärts bewegt. Denn die Dampfwirkungen sind entgegengesetzt gleiche Molekularwirkungen und das System ist ursprünglich in Ruhe. Der Massenmittelpunkt bleibt daher an derselben Stelle. Geht aber der Kolben vorwärts, so würde er nach vorn verschoben; damit er an der Stelle bleibe, weicht die Maschine zurück.

Literatur: Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Leipzig 1879, 2. Aufl., Bd. 2, S. 516—519. *(† Schell) Finsterwalder.*

Prinzip der Erhaltung der Energie, s. Energie, Bd. 3, S. 449.

Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kraft, s. Prinzip der lebendigen Kraft.

Prinzip der Flächen. Das Prinzip bezieht sich auf ein freies System, das nur inneren Bedingungen unterworfen ist. In seiner Formulierung bedarf man der Begriffe Kraftmoment (Bd. 5, S. 653) und Moment der Bewegungsgröße (s. Moment, Bd. 6, S. 475). Es lautet dann: In bezug auf eine beliebige feste oder auch auf eine sich selbst parallel bleibende, stets durch den Schwerpunkt des Systems gehende Achse ist in jedem Augenblick die zeitliche Aenderung des Momentes der Bewegungsgröße sämtlicher Massen gleich dem Moment der äußeren Kräfte. Ist insbesondere das Moment der äußeren Kräfte in bezug auf eine solche Achse dauernd gleich Null, so ist das Moment der Bewegungsgröße in bezug auf diese Achse konstant. Das Prinzip gilt übrigens ebenso, wenn man statt der Momente um eine Achse die gerichteten Momente in bezug auf einen festen Punkt oder auf den mit dem System sich bewegenden Schwerpunkt nimmt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Am einfachſten wird das Prinzip für einen einzelnen freien Punkt. Kombiniert man ſeine drei Bewegungsgleichungen $m\frac{d^2x}{dt^2}=X$, $m\frac{d^2y}{dt^2}=Y$, $m\frac{d^2z}{dt^2}=Z$ in der Weiſe paarweiſe miteinander, ſo daß man erhält

$$ym\frac{d^2z}{dt^2}-zm\frac{d^2y}{dt^2}=yZ-zY,\quad zm\frac{d^2x}{dt^2}-xm\frac{d^2z}{dt^2}=zX-xZ,\quad xm\frac{d^2y}{dt^2}-ym\frac{d^2x}{dt^2}=xY-yX,$$

ſo ſind die linken Seiten dieſer Gleichungen totale Differentialquotienten, und es wird

$$\frac{d}{dt}\left(ym\frac{dz}{dt}-zm\frac{dy}{dt}\right)=yZ-zY,\quad \frac{d}{dt}\left(zm\frac{dx}{dt}-xm\frac{dz}{dt}\right)=zX-xZ,$$

$$\frac{d}{dt}\left(xm\frac{dy}{dt}-ym\frac{dx}{dt}\right)=xY-yX.$$

Sind nun die Kräfte X, Y, Z ſo beſchaffen, daß eine, zwei oder drei Kraftmomente in bezug auf die Koordinatenachſen verſchwinden $yZ-zY=0$, $zX-xZ=0$, $xY-yX=0$, ſo erhält man ebenſoviel Integrale der Bewegungsgleichungen, nämlich

$$y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}=D_1,\quad z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}=D_2,\quad x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}=D_3.$$

Dieſer Satz heißt, mit Rückſicht auf ſeinen geometriſchen Sinn, das Prinzip der Flächen. Man erhält daher ein oder drei Integrale der Bewegungsgleichungen, je nachdem eine oder zwei ſolcher Kraftmomente verſchwinden. Sind alle drei gleich Null, ſo liefert die Multiplikation derſelben mit x, y, z und ihre Addition $D_1x+D_2y+D_3z=0$, d. h. der Punkt bewegt ſich in einer durch den Koordinatenurſprung gehenden Ebene und ſeine Bewegung iſt eine Zentralbewegung. Die Integrale haben folgende Bedeutung, z. B. die dritte: $x\,dy-y\,dx=D_3\,dt$. Der Ausdruck links bedeutet, wie man beim Uebergang zu Polarkoordinaten alsbald ſieht, den doppelten unendlich kleinen Sektor, welchen der Radiusvektor, der den Urſprung mit dem Punkte xy verbindet, im Zeitelement dt beſchreibt. Dieſer Sektor iſt daher $\frac{1}{2}D_3\,dt$, d. h. dem Zeitelemente proportional, in welchem er beſchrieben wird. Es iſt alſo ſein Integral $\frac{1}{2}D_3(t-t_0)$ der in der Zeit $t-t_0$ beſchriebene endliche Sektor, und ähnliches gilt für die andern Koordinatenebenen. Weil die Bedeutung der ſo zu erhaltenden weiteren Integrale Flächenräume (der Zeit proportionale Sektoren) darſtellt, führt das Prinzip den Namen des Prinzips der Flächen.

Kombiniert man in ähnlicher Weiſe die Bewegungsgleichungen eines Maſſenpunktſyſtems und ſummiert ſie durch das ganze Syſtem hindurch, ſo erhält man

$$\Sigma m_i\left(y_i\frac{d^2z_i}{dt^2}-z_i\frac{d^2y_i}{dt^2}\right)=\Sigma(y_iZ_i-z_iY_i)+\Sigma(y_iS_{zi}-z_iS_{yi}),$$

$$\Sigma m_i\left(z_i\frac{d^2x_i}{dt^2}-x_i\frac{d^2z_i}{dt^2}\right)=\Sigma(z_iX_i-x_iZ_i)+\Sigma(z_iS_{xi}-x_iS_{zi}),$$

$$\Sigma m_i\left(x_i\frac{d^2y_i}{dt^2}-y_i\frac{d^2x_i}{dt^2}\right)=\Sigma(x_iY_i-y_iX_i)+\Sigma(x_iS_{yi}-y_iS_{xi}).$$

Die linken Seiten dieſer Gleichungen ſind auch hier Differentialquotienten der Komponenten des Momentes der Bewegungsgrößen nach der Zeit, nämlich

$$\Sigma m_i\left(y_i\frac{d^2z_i}{dt^2}-z_i\frac{d^2y_i}{dt^2}\right)=\frac{d}{dt}\Sigma\left(y_im_i\frac{dz_i}{dt}-z_im_i\frac{dy_i}{dt}\right)\text{ u. ſ. w.}$$

Die rechten Seiten ſind die Komponenten des Momentes der äußeren und Verbindungskräfte. Bei einem freien Syſtem verſchwindet aber das Moment der Verbindungskräfte (und auch der inneren Kräfte), da dieſe nach dem d'Alembertſchen Prinzip ſtets ein Gleichgewichtsſyſtem bilden. Reduzieren ſich auch die Komponenten der äußeren Kräfte ſämtlich oder teilweiſe auf Null, ſo erhält man ein oder drei Integrale der Bewegungsgleichungen, nämlich

$$\Sigma\left(y_im_i\frac{dz_i}{dt}-z_im_i\frac{dy_i}{dt}\right)=D_1,\quad \Sigma\left(z_im_i\frac{dx_i}{dt}-x_im_i\frac{dz_i}{dt}\right)=D_2,$$

$$\Sigma\left(x_im_i\frac{dy_i}{dt}-y_im_i\frac{dz_i}{dt}\right)=D_3.$$

Anwendungen: 1. Ein ſtarrer Körper bewegt ſich unter dem Einfluß der Schwere ſo, daß das gerichtete Moment der Bewegungsgröße in bezug auf den Schwerpunkt, der ſogenannte Drehimpuls, dauernd konſtant bleibt, weil die Schwerkräfte in bezug auf den Schwerpunkt das Moment Null beſitzen. Hat der Körper von Anfang keine Drehung, ſo erhält er auch durch die Schwerkräfte keine.

2. Ein durch innere Kräfte beweglicher Körper, z. B. ein lebendes Weſen, kann ſich unter gleichen Verhältniſſen eine beliebige Drehung verſchaffen, wenn es imſtande iſt, relative Drehbewegungen einzelner Teile ſo vorzunehmen, daß nach Ablauf einer ganzen oder mehrerer Umdrehungen derſelben wieder die urſprüngliche Konfiguration des Körpers hergeſtellt wird. Eine mit dem Rücken nach unten fallende Katze kann z. B. durch raſche Drehung des ſenkrecht zur Körperachſe gehaltenen Schwanzes um dieſe Achſe den Körper in entgegengeſetzter Richtung drehen und dadurch die Füße nach unten kehren.

3. Ein Akrobat, der beim Abſprung mit geſtrecktem Körper eine ſchwache Drehbewegung um eine horizontale Achſe durch den Schwerpunkt erhält, kann dieſe durch Anziehen der Arme und Beine unter Erhaltung des Momentes der Bewegungsgröße um die genannte Achſe erheblich verſtärken und damit einen Salto mortale ſchlagen.

4. Ein mit einer Kolbenmaſchine ausgerüſtetes Schiff, das ſich in Ruhe bezw. gleichförmiger Bewegung befindet, wird beim Ingangſetzen der Maſchine Schwankungen ausführen, die mit jenen der Kolben das Moment Null der Bewegungsgröße in bezug auf einen beliebigen Punkt des Schiffes ergeben. Damit dieſe läſtigen Schwankungen nicht auftreten, müſſen die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bewegungen der Kolben ſo erfolgen, daß ihr gemeinſamer Schwerpunkt in Ruhe bleibt und das Moment der Bewegungsgröße der bewegten Kolben jederzeit verſchwindet. Bei vier Kolben iſt das durch geeignete Wahl der Abſtände der Kolbenachſen und der Kurbelſtellungen ſtets zu erreichen (Schlickſcher Maſſenausgleich bei Schiffsmaſchinen).

Literatur: Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 352—355, Bd. 2, S. 521—526; Budde, Allgem. Mechanik, Berlin 1890, Bd. 1, S. 348—354; Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1896, Bd. 2, S. 76—79; Föppl, Vorleſungen über techn. Mechanik, Bd. 4, Dynamik, Leipzig 1901, S. 117—179. *Finſterwalder.*

Prinzip der kleinſten Verſchiebungsarbeit, ſ. Verſchiebungsarbeit und Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Bd. 3, S. 553.

Prinzip der Koexiſtenz elaſtiſcher Bewegungen, ſ. Koexiſtenz.

Prinzip der lebendigen Kraft. Der Satz $\Sigma\, {}^1/_2\, m\, v^2 = U + h$, welcher ausſagt, daß, wenn für die Bewegung eines Punktſyſtems eine Kräftefunktion U exiſtiert, die lebendige Kraft des Syſtems gleich der Kräftefunktion, vermehrt um eine Konſtante, iſt (ſ. Lebendige Kraft), gibt ein erſtes Integral der Bewegungsgleichungen des Syſtems und wird deshalb ein Prinzip der Bewegung des Syſtems genannt. Aus dem Satze folgt, daß, ſo oft das Syſtem aus einer Lage in eine andre gelangt, worin die Kräftefunktion denſelben Wert hat, auch die lebendige Kraft denſelben Wert hat. Deshalb nennt man das Prinzip oft auch das „Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kraft". Reduziert ſich insbeſondere U auf eine Konſtante, ſo bleibt die lebendige Kraft während der ganzen Bewegung des Syſtems unverändert. Eine weſentliche Erweiterung des Prinzips der Erhaltung der lebendigen Kraft iſt das Prinzip der Erhaltung der Energie (ſ. Lebendige Kraft, Bd. 6, S. 81, ſowie Energie, Bd. 3, S. 449). *(† Schell) Finſterwalder.*

Prinzip der virtuellen Geſchwindigkeiten oder der virtuellen Verſchiebungen iſt eine allgemeine Form des Ausdrucks des Gleichgewichts eines Kräfteſyſtems, welches an einem Maſſenpunktſyſtem angreift. Es wird dabei vorausgeſetzt, daß das Syſtem der Angriffspunkte im allgemeinen Fall nicht frei beweglich, ſondern an Bedingungen geknüpft iſt, die entweder durch Gleichungen zwiſchen den Koordinaten der Angriffspunkte ſelbſt oder durch ſolche zwiſchen dieſen Koordinaten und ihren unendlich kleinen Veränderungen gegeben ſind (holonome und nichtholonome Bedingungen bezw. Syſteme). Veränderungen des Syſtems, bei denen den genannten Bedingungen nicht widerſprochen wird, heißen virtuelle Verſchiebungen. Das Prinzip ſagt nun aus, daß im Falle des Gleichgewichts die (algebraiſche) Summe der Arbeiten der wirkenden Kräfte bei jeder unendlich kleinen virtuellen Verſchiebung des Syſtems aus der Gleichgewichtslage verſchwindet (bezw. unendlich klein höherer Ordnung wird). In dieſer allgemeinen Form läßt ſich das Prinzip nicht ſtreng beweiſen, da über die Realiſierung der vorausgeſetzten Bedingungen nichts ausgeſagt wird; es ſtellt vielmehr die Zuſammenfaſſung und natürliche Erweiterung einer großen Zahl beweisbarer Einzelfälle dar.

Analytiſche Formulierung des Prinzips. Sind $x_i\, y_i\, z_i$ die Koordinaten des Angriffspunktes der Kraft P_i mit den Komponenten $X_i\, Y_i\, Z_i$ und $\delta x_i\, \delta y_i\, \delta z_i$ die Veränderungen dieſer Koordinaten bei einer virtuellen Verſchiebung, ſo iſt die Arbeit δA der wirkenden Kräfte: $\delta A = \Sigma (X_i \delta x_i + Y_i \delta y_i + Z_i \delta z_i)$, wobei ſich die Summe auf die ſämtlichen n Angriffspunkte von Kräften erſtreckt. Dabei beſtehen entweder holonome Bedingungsgleichungen wie $F_k (x_i, y_i, z_i, \ldots x_i y_i z_i \ldots x_n y_n z_n) = 0$, aus denen für die Verſchiebungen

$$\Sigma \left(\frac{\partial F_k}{\partial x_i} \delta x_i + \frac{\partial F_k}{\partial y_i} \delta y_i + \frac{\partial F_k}{\partial z_i} \delta z_i \right) = 0$$

folgt, oder nichtholonome Bedingungsgleichungen von der Art wie $\Sigma (\varphi_i \delta x_i + \psi_i \delta y_i + \chi_i \delta z_i) = 0$, wobei die $\varphi_i\, \psi_i\, \chi_i$ von den Koordinaten der Angriffspunkte abhängen. Eliminiert man nun mit Hilfe der r Bedingungsgleichungen ſo viele von den $\delta x_i\, \delta y_i \ldots$, als ſolche Gleichungen vorhanden ſind, ſo wird die virtuelle Arbeit δA nur mehr durch $3n - r$ unabhängige Veränderungen $\delta x_i \ldots$ ausgedrückt. Da δA bei beliebiger Wahl derſelben nach dem genannten Prinzip verſchwinden muß, ſo müſſen die Faktoren dieſer $\delta x_i \ldots$ einzeln verſchwinden, und man erhält durch Nullſetzen derſelben $3n - r$ Gleichgewichtsbedingungen, die mit den r Bedingungen zuſammen, falls dieſe holonom ſind, bei gegebenen Kräften die Gleichgewichtslagen beſtimmen. Nichtholonome Syſteme haben bei gegebenen Kräften noch unendlich viele Gleichgewichtslagen.

Anſatz von Lagrange. Anſtatt die Elimination der $\delta x_i \ldots$ mittels der Bedingungsgleichungen vorzunehmen, kann man auch nach dem Vorgange von Lagrange den Ausdruck für die virtuelle Arbeit δA durch Hinzufügung der mit noch zu beſtimmenden Multiplikatoren λ_k verſehenen linken Seiten der differenzierten holonomen bezw. der nichtholonomen Bedingungsgleichungen erweitern. Auch dieſer erweiterte Ausdruck der Arbeit verſchwindet bei den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

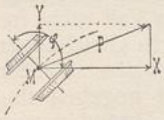
virtuellen Verſchiebungen, da ja die mit den Multiplikatoren λ_k verſehenen Ausdrücke dabei Null ſind. Die Gleichgewichtsbedingungen werden nun dadurch erhalten, daß man die Faktoren ſämtlicher $3n\ \delta x_i \ldots$ einzeln gleich Null ſetzt und den dabei außer acht gelaſſenen Bedingungsgleichungen hinterher dadurch Rechnung trägt, daß man die unbeſtimmt eingeführten Multiplikatoren ſo beſtimmt, daß den holonomen Bedingungsgleichungen Genüge geſchieht. Bei nur holonomen Bedingungsgleichungen erhält man ſo $3n+r$ Gleichgewichtsbedingungen, aus welchen ſich die $3n$ Koordinaten der Gleichgewichtslage und die r eingeführten Multiplikatoren λ_k berechnen laſſen. Die mit den λ_k verſehenen Summanden der Gleichgewichtsbedingungen haben die Bedeutung von Kräften (Reaktionskräften, Verbindungskräften), welche die Aufrechterhaltung der Bedingungsgleichungen bewirken.

Beiſpiele: 1. Die Gleichgewichtsbedingungen am freien ſtarren Körper. Bei einer Parallelverſchiebung δx längs der X-Achſe iſt die Arbeit der Kräfte $\delta x \Sigma X_i$, ſie verſchwindet, wenn $\Sigma X_i = 0$ iſt; ähnlich ergibt ſich $\Sigma Y_i = 0$, $\Sigma Z_i = 0$. Bei Drehung des Körpers um die Z-Achſe um den Winkel $\delta\alpha$ wird die Arbeit: $\delta\alpha\, \Sigma (x_i Y_i - X_i y_i)$, woraus folgt: $\Sigma (x_i Y_i - X_i y_i) = 0$ und ähnlich $\Sigma (y_i Z_i - Y_i z_i) = 0$ und $\Sigma (z_i X_i - Z_i x_i) = 0$.

2. Gleichgewicht auf einer glatten Fläche von der Gleichung $F(x\,y\,z) = 0$ (holonome Bedingungsgleichung). Es wirke eine Kraft XYZ auf einen Punkt $x\,y\,z$ der Fläche. Bedingungsgleichung für die Verſchiebungen: $\frac{\partial F}{\partial x}\delta x + \frac{\partial F}{\partial y}\delta y + \frac{\partial F}{\partial z}\delta z = 0$. Erweiterter Anſatz nach Lagrange für die virtuelle Arbeit:

$$\delta A = X\delta x + Y\delta y + Z\delta z + \lambda\left(\frac{\partial F}{\partial x}\delta x + \frac{\partial F}{\partial y}\delta y + \frac{\partial F}{\partial z}\delta z\right)$$
$$= \left(X + \lambda\frac{\partial F}{\partial x}\right)\delta x + \left(Y + \lambda\frac{\partial F}{\partial y}\right)\delta y + \left(Z + \lambda\frac{\partial F}{\partial z}\right)\delta z = 0,$$

woraus die Gleichgewichtsbedingungen folgen: $X = -\lambda\frac{\partial F}{\partial x}$, $Y = -\lambda\frac{\partial F}{\partial y}$, $Z = -\lambda\frac{\partial F}{\partial z}$, die zuſammen mit $F = 0$ ausſagen, daß im Gleichgewichtsfalle die Flächennormale im Angriffspunkte mit der Richtung der Kraft übereinſtimmt und daß die drei Komponenten der Reaktion $\lambda\frac{\partial F}{\partial x}$, $\lambda\frac{\partial F}{\partial y}$, $\lambda\frac{\partial F}{\partial z}$ denen der Kraft entgegengeſetzt gleich ſind.



3. Ein zweiräderiger Wagen ohne rollende, aber mit ſehr großer gleitender Reibung auf einer horizontalen Ebene fahrend wird in der Mitte $M(x\,y)$ der Achſe von einer horizontalen Kraft P mit den Komponenten XY angegriffen. Wann iſt er im Gleichgewicht? Zwiſchen den Koordinaten $x\,y$, dem Winkel φ der Achſe des Wagens mit der X-Achſe und den virtuellen Verrückungen von M beſteht die nichtholonome Bedingungsgleichung: $\delta y + \delta x \operatorname{ctg}\varphi = 0$. Der erweiterte Anſatz für die virtuelle Arbeit lautet:

$$\delta A = X\delta x + Y\delta y + \mu(\delta y + \delta x \operatorname{ctg}\varphi) = \delta x(X + \mu) + \delta y(Y + \mu \operatorname{ctg}\varphi),$$

woraus die Gleichgewichtsbedingungen folgen: $X + \mu = 0$, $Y + \mu \operatorname{ctg}\varphi = 0$. Sie ſagen, da ſie x und y nicht enthalten, aus, daß der Wagen in jedem Punkt der Ebene im Gleichgewicht ſein kann, nur muß die Richtung der Kraft Y: $X = \operatorname{ctg}\mu$ mit derjenigen der Wagenachſe übereinſtimmen.

Für die Anwendung des Prinzips der virtuellen Geſchwindigkeiten iſt die Lehre von den Freiheitsgraden der Syſteme von großer Bedeutung, da ſie allein alle möglichen Bewegungen eines Syſtems anzugeben vermag. — Vgl. a. Fachwerke, Bd. 3, S. 552 ff. *Finſterwalder.*

Prinzip des kleinſten Zwanges (Gaußſches Prinzip). Es lautet: Die Bewegung eines Syſtems materieller Punkte mit beliebigen Bedingungen geſchieht in jedem Augenblick in möglichſt großer Uebereinſtimmung mit der freien Bewegung oder unter möglichſt kleinem Zwange, wobei als Maß des Zwanges, den das ganze Syſtem in jedem Zeitteilchen erleidet, die Summe der Produkte aus dem Quadrat der Ablenkung jedes Punktes von der freien Bewegung in ſeine Maſſe gilt. Das Prinzip iſt dem von d'Alembert gleichwertig und kann dieſes vertreten.

Literatur: Gauß, Geſamte Werke, Bd. 5, S. 23. *Finſterwalder.*

Prinzip von d'Alembert. Es dient zur Aufſtellung der Bewegungsgleichungen eines materiellen Syſtems. Dieſes beſtehe aus den n Maſſen m_i in den Punkten mit den Koordinaten $x_i\,y_i\,z_i$, an welchen Kräfte P_i mit den Komponenten $X_i\,Y_i\,Z_i$ angreifen. Zwiſchen den Koordinaten beſtehe eine Anzahl von Bedingungsgleichungen $F_k = 0$, die zunächſt unabhängig von der Zeit vorausgeſetzt werden. Zur Zeit t haben die Maſſen die Beſchleunigungskomponenten

$$\frac{d^2x_i}{dt^2},\quad \frac{d^2y_i}{dt^2},\quad \frac{d^2z_i}{dt^2}.$$

Da das Syſtem Bedingungen unterliegt, ſo werden die Differenzen

$$X_i - m\frac{d^2x_i}{dt^2},\quad Y_i - m\frac{d^2y_i}{dt^2},\quad Z_i - m\frac{d^2z_i}{dt^2}$$

nicht verſchwinden, wie es bei einem Syſtem freier Maſſenpunkte nach dem Grundgeſetz der Dynamik — Kraft iſt gleich Maſſe mal Beſchleunigung — der Fall iſt. Dieſe Differenzen werden als Verbindungskräfte oder auch als

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verlorene Kräfte bezeichnet. Das d'Alembertſche Prinzip ſagt nun aus, daß dieſe Verbindungskräfte (verlorenen Kräfte) mit Rückſicht auf die Bedingungen des Syſtems zu jedem Zeitpunkt im Gleichgewicht ſein müſſen. Wären ſie es nämlich nicht, ſo müßten ſie in Verbindung mit den äußeren Kräften $X_i Y_i Z_i$ den Maſſen m_i andre Beſchleunigungen als die vorausgeſetzten erteilen.

Analytiſche Formulierung des Prinzips. Man braucht nur auf die Verbindungskräfte (verlorenen Kräfte), die mit Rückſicht auf die Bedingungen des Syſtems im Gleichgewicht ſein müſſen, das Prinzip der virtuellen Geſchwindigkeiten anzuwenden und die virtuelle Arbeit derſelben gleich Null zu ſetzen, ſo erhält man

$$\delta A = \Sigma \left[\left(X_i - m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} \right) \delta x_i + \left(Y_i - m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} \right) \delta y_i + \left(Z_i - m_i \frac{d^2 z_i}{dt^2} \right) \delta z_i \right] = 0,$$

wozu noch die infolge der Bedingungsgleichungen beſtehenden Beziehungen zwiſchen den $\delta x_i \ldots$ treten, z. B. für $F_k = 0$

$$\Sigma \left(\frac{\partial F_k}{\partial x_i} \delta x_i + \frac{\partial F_k}{\partial y_i} \delta y_i + \frac{\partial F_k}{\partial z_i} \delta z_i \right) = 0.$$

Nichtholonome Bedingungsgleichungen werden unmittelbar eingeführt. Enthalten die endlichen (holonomen) Bedingungsgleichungen die Zeit t, ſo wird dieſelbe bei der Differentiation behufs Bildung der Gleichung zwiſchen den $\delta x_i \ldots$ nicht als variabel behandelt. Sind in nichtholonomen Bedingungsgleichungen Glieder mit dt vorhanden, ſo bleiben ſie bei Anwendung des d'Alembertſchen Prinzipes weg. Erweitert man den Ausdruck der virtuellen Arbeit der Verbindungskräfte durch die mit Faktoren λ_k multiplizierten linken Seiten der differenzierten bezw. nichtholonomen Bedingungsgleichungen und ſetzt man die Faktoren der einzelnen δx_i gleich Null, ſo ergeben ſich die Lagrangeſchen Bewegungsgleichungen erſter Art:

$$m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = X_i + \Sigma_k \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial x_i}$$

$$m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} = Y_i + \Sigma_k \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial y_i}$$

$$m_i \frac{d^2 z_i}{dt^2} = Z_i + \Sigma_k \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial z_i}.$$

Mit den endlichen und den nichtholonomen Bedingungsgleichungen bilden ſie ein Syſtem von $3u + k$ Gleichungen, das zur Beſtimmung der $3u$-Koordinaten und der k-Multiplikationen λ_k als Funktionen der Zeit ausreicht.

Das d'Alembertſche Prinzip gilt nicht nur für kontinuierliche Kräfte, ſondern auch für Momentankräfte oder Impulſe. Um den analytiſchen Ausdruck für dieſen Fall zu erhalten, denkt man ſich den Ausdruck

$$\delta A = \Sigma \left[\left(m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} - X_i \right) \delta x_i + \left(m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} - Y_i \right) \delta y_i + \left(m_i \frac{d^2 z_i}{dt^2} - Z_i \right) \delta z_i \right] = 0$$

mit dem Zeitelement dt multipliziert und innerhalb eines ſehr kurzen Zeitraumes t integriert (wobei natürlich die $\delta x_i \ldots$ als konſtant zu betrachten ſind), ſo erhält man

$$\Sigma \left\{ \left(m_i \left[\left(\frac{dx_i}{dt} \right)_2 - \left(\frac{dx_i}{dt} \right)_1 \right] - \int_0^\tau X_i dt \right) \delta x_i + \left(m_i \left[\left(\frac{dy_i}{dt} \right)_2 - \left(\frac{dy_i}{dt} \right)_1 \right] - \int_0^\tau Y_i dt \right) \delta y_i \right.$$

$$\left. + \left(m_i \left[\left(\frac{dz_i}{dt} \right)_2 - \left(\frac{dz_i}{dt} \right)_1 \right] - \int_0^\tau Z_i dt \right) \delta z_i \right\} = 0; \; m_i \left[\left(\frac{dx_i}{dt} \right)_2 - \left(\frac{dx_i}{dt} \right)_1 \right] \text{ u. ſ. w.}$$

ſind die Differenzen der Komponenten der Bewegungsgröße nach und vor dem Zeitraum τ,

$$\int_0^\tau X_i dt = P_i, \quad \int_0^\tau Y_i dt = Q_i, \quad \int_0^\tau Z_i dt = R_i$$

die Komponenten der Impulſe während des Zeitraums τ. Dazu treten die Bedingungsgleichungen. Die mit den Verſchiebungen $\delta x_i \ldots$ multiplizierten Klammergrößen können als Verbindungsimpulſe bezeichnet werden, die ſich infolgedeſſen nach dem d'Alembertſchen Prinzip mit Rückſicht auf die Verbindungen das Gleichgewicht halten.

Literatur: d'Alembert, J., Traité de dynamique, Paris 1743; Lagrange, Mécanique analytique, 1. Aufl. 1788, 2. Aufl. 1811; Jacobi, Vorleſungen über Dynamik, Berlin 1866; Derſ., Werke, Supplementband, Berlin 1884; Voß, A., Math. Annalen 1884, Bd. 25, S. 258. *Finſterwalder.*

Prinzip von Fourier iſt eine Erweiterung des Prinzips der virtuellen Geſchwindigkeiten für den Fall, daß einſeitige Bedingungen, welche durch Ungleichungen zwiſchen den Koordinaten der Angriffspunkte der Kräfte ausgedrückt werden, die Beweglichkeit des Syſtems der Angriffspunkte beſchränken. Werden die Bedingungen in der Form: $F_k(x, y, z, \ldots) \gtrless 0$ oder $\Sigma(\varphi_i \delta x_i + \psi_i \delta y_i + \chi_i \delta z_i) \gtrless 0$ geſchrieben, ſo muß bei allen mit den Bedingungen verträglichen virtuellen Verſchiebungen aus der Gleichgewichtslage die Arbeit der wirkenden Kräfte: $\delta A = \Sigma(X_i \delta x_i + Y_i \delta y_i + Z_i \delta z_i) \gtrless 0$ gleich Null oder negativ ſein.

Der Gleichgewichtsfall tritt dabei ſtets an der Grenze des Gültigkeitsbereiches der Bedingungen, für die das Gleichheitszeichen maßgebend iſt, ein, das Ungleichheitszeichen beſchränkt die Kräfte, welche im Gleichgewicht ſein können. Beiſpiel: Zwei Kräfte in der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ebene, die sich an den Enden einer Schnur von der Länge l (Bedingung: Entfernung der Angriffspunkte $\leqq l$) das Gleichgewicht halten, können das nur bei gespannter Schnur und wenn sie nach außen gerichtet sind.

Literatur: Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1893, Bd. 1, S. 225—270; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 2, S. 166—211; Fourier, Œuvres, Paris 1888, Bd. 2, S. 488. *Finsterwalder.*

Prinzip von Hamilton. Es ist dies ein Satz, mit Hilfe dessen die Bewegungsgleichungen eines Punktsystems, ähnlich wie mit Hilfe des d'Alembertschen Systems, aufgestellt werden können. Er setzt jedoch die Existenz einer Kräftefunktion U voraus, nämlich einer Funktion, deren Differential nach den Koordinaten

$$dU = \Sigma\left(\frac{\partial U}{\partial x}dx + \frac{\partial U}{\partial y}dy + \frac{\partial U}{\partial z}dz\right) = \Sigma(X\,dx + Y\,dy + Z\,dz)$$

ist, wenn X, Y, Z die Komponenten der am Punkte $(x\,y\,z)$ angreifenden Kraft sind und die Summation sich auf alle Punkte des Systems bezieht. Das Prinzip lautet: Wenn die Lagen des Systems zu den Zeiten t_0 und t_1 fest gegeben sind, T die lebendige Kraft (kinetische Energie $= {}^1/_2\,\Sigma m v^2$) und U die Kräftefunktion bedeutet und das Zeichen δ sich auf unendlich kleine Aenderungen der Koordinaten der Punkte bezieht, die mit den Bedingungen des Systems verträglich sind, so ist für die Bewegung des Systems $\delta\int_{t_0}^{t_1}(T+U)\,dt = 0$, wobei die den Zeiten t_0, t_1 entsprechenden Aenderungen gleich Null sind und die unabhängige Variable t keine Aenderung erleidet.

Es ist nämlich, wenn $x' = \frac{dx}{dt}$, $y' = \frac{dy}{dt}$, $z' = \frac{dz}{dt}$ die Komponenten der Geschwindigkeit des Punktes $(x\,y\,z)$ sind, die Akzente also Differentiationen nach der Zeit bedeuten:

$$2T = \Sigma m(x'^2 + y'^2 + z'^2), \qquad \delta U = \Sigma(X\delta x + Y\delta y + Z\delta z),$$

$$\delta T = \Sigma m(x'\delta x' + y'\delta y' + z'\delta z') = \Sigma m\left(\frac{dx}{dt}\delta\frac{dx}{dt} + \frac{dy}{dt}\delta\frac{dy}{dt} + \frac{dz}{dt}\delta\frac{dz}{dt}\right)$$

oder, da

$$\delta\frac{dx}{dt} = \frac{d(x+\delta x)}{dt} - \frac{dx}{dt} = \frac{d\delta x}{dt}$$

ist,

$$\delta T = \Sigma m\left(\frac{dx}{dt}\frac{d\delta x}{dt} + \frac{dy}{dt}\frac{d\delta y}{dt} + \frac{dz}{dt}\frac{d\delta z}{dt}\right).$$

Daher hat man für die Aenderung des Integrals, dessen Grenzen feste Werte sind:

$$\delta\int_{t_0}^{t_1}(T+U)\,dt = \int_{t_0}^{t}(\delta T + \delta U)\,dt$$

$$= \int_{t_0}^{t}\left[\Sigma m\left(\frac{dx}{dt}\frac{d\delta x}{dt} + \frac{dy}{dt}\frac{d\delta y}{dt} + \frac{dz}{dt}\frac{d\delta z}{dt}\right) + \Sigma(X\delta x + Y\delta y + Z\delta z)\right]dt.$$

Nun liefert die partielle Integration:

$$\int_{t_0}^{t_1}\Sigma m\left(\frac{dx}{dt}\frac{d\delta x}{dt} + \frac{dy}{dt}\frac{d\delta y}{dt} + \frac{dz}{dt}\frac{d\delta z}{dt}\right)dt = \left[\Sigma m\left(\frac{dx}{dt}\delta x + \frac{dy}{dt}\delta y + \frac{dz}{dt}\delta z\right)\right]_{t_0}^{t_1}$$
$$- \int_{t_0}^{t_1}\Sigma m\left(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x + \frac{d^2y}{dt^2}\delta y + \frac{d^2z}{dt^2}\delta z\right)dt,$$

und da an den Grenzen t_0, t_1 wegen der fest gegebenen Lage des Systems die Aenderungen δx, δy, δz aller Koordinaten Null sind, so verschwindet der Wert des ersten eingeklammerten Gliedes der rechten Seite und bleibt

$$\int_{t_0}^{t}\Sigma m\left(\frac{dx}{dt}\frac{d\delta x}{dt} + \frac{dy}{dt}\frac{d\delta y}{dt} + \frac{dz}{dt}\frac{d\delta z}{dt}\right)dt = -\int_{t_0}^{t}\Sigma m\left(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x + \frac{d^2y}{dt^2}\delta y + \frac{d^2z}{dt^2}\delta z\right)dt.$$

Wenn man dies einsetzt, erhält man

$$\delta\int_{t_0}^{t_1}(T+U)\,dt = \int_{t_0}^{t_1}\Sigma\left[\left(X - m\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x + \left(Y - m\frac{d^2y}{dt^2}\right)\delta y + \left(Z - m\frac{d^2z}{dt^2}\right)\delta z\right]dt.$$

Nach dem d'Alembertschen Prinzip (f. S. 240) ist aber für alle mit den Bedingungsgleichungen des Systems verträglichen Verschiebungen

$$\Sigma\left[\left(X - m\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x + \left(Y - m\frac{d^2y}{dt^2}\right)\delta y + \left(Z - m\frac{d^2z}{dt^2}\right)\delta z\right] = 0;$$

folglich wird unter dieser Bedingung

$$\delta\int_{t_0}^{t}(T+U)\,dt = 0.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hiermit ist das Hamiltonsche Prinzip auf das d'Alembertsche Prinzip zurückgeführt. Es ist indessen spezieller als dieses, insofern es die Existenz einer Kräftefunktion voraussetzt. Diese Kräftefunktion kann jedoch die Zeit auch explizite enthalten, da die Aenderungen δ sich nicht auf sie beziehen. Ungeachtet dieser Beschränkung und des Umstandes, daß seine Anwendung die Variationsrechnung voraussetzt, ist es doch von großem Nutzen, da in demselben die Wahl der Koordinaten frei gelassen ist und man daher mit seiner Hilfe die Aufstellung der Bewegungsgleichungen für andre als rechtwinklige Koordinaten leichter erhält als mit Hilfe des d'Alembertschen Prinzips. Insbesondere dient das Hamiltonsche Prinzip zur Aufstellung der Bewegungsgleichungen in der zweiten Lagrangeschen Form (s. Differentialgleichungen der Bewegung, Bd. 2, S. 763).

Literatur: Hamilton, W. R., On a general method in dynamics etc., Philosophical Transactions of the Royal Soc. of London 1834, S. 247—308, und Second essay on a general method in dynamics, ebend. 1835, S. 95—144; Jacobi, Vorlesungen über Dynamik, herausgegeben von Clebsch, Berlin 1866, S. 58; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Leipzig 1879, Bd. 2, S. 554. *(† Schell) Finsterwalder.*

Prinzmetall (Prinz-Rupprechts-Metall), s. v. w. Tombak; s. Messing.

Prise, ein im Kriegsfall dem Feinde abgenommenes Schiff u. s. w.

Prisma, ein Polyeder, dessen Oberfläche aus zwei kongruenten Polygonen, die in parallelen Ebenen liegen, deren Kanten parallel sind, und die Grundflächen heißen, und außerdem aus einer Anzahl von Parallelogrammen, den Seitenflächen, zusammengesetzt ist. Die Entfernung beider Grundflächen heißt Höhe.

Jede zu den Kanten der Seitenflächen parallele Ebene schneidet das Prisma nach einem Parallelogramm. Eine zu den Grundflächen parallele Ebene schneidet das Prisma in einem zu ersteren parallelen Polygon. Ein Prisma heißt senkrecht, wenn die Kanten der Seitenflächen und daher auch die letzteren selbst auf den Grundflächen senkrecht stehen; sonst heißt es schief. Schneidet man ein Prisma durch eine Ebene, die den Grundflächen nicht parallel ist, aber alle Seitenkanten trifft, so wird es durch diese in zwei schief abgeschnittene Prismen zerlegt. Ein Prisma heißt regulär, wenn es senkrecht ist und die Grundflächen reguläre Polygone sind. Ein Prisma heißt drei-, vierseitig u. s. w., je nachdem die Grundflächen drei-, vierseitige u. s. w. Polygone sind. Sind diese Parallelogramme, so heißt es Parallelflach (Parallelepipedon). Ein solches ist von drei Paaren von Parallelogrammen begrenzt, deren jedes als Grundflächenpaar angenommen werden kann; es hat acht Ecken, nämlich vier Paare von Gegenecken. Jede Verbindungslinie von zwei Gegenecken (also eine nicht in der Oberfläche liegende Gerade) heißt Diagonale. Alle vier Diagonalen schneiden sich im Mittelpunkt des Parallelflachs. Ein senkrechtes Prisma, dessen Grundflächen Rechtecke sind, heißt Quader. Ein Parallelflach, das von sechs kongruenten Rhomben begrenzt ist, heißt Rhomboeder. Ein Quader, der von sechs Quadraten begrenzt ist, heißt Würfel. Der Inhalt eines Prismas ist gleich dem Produkt aus Grundfläche und Höhe. Der Inhalt eines Quaders ist gleich dem Produkt aus den Längen von drei durch eine Ecke gehenden Kanten.

Literatur: Vogt, H., Ueber Gleichheit und Endlichgleichheit von Prismen und Pyramiden, Breslau 1904. *Wölffing.*

Prisma (Lichtprisma), dreiseitige Prismen durchsichtiger Körper, an welchen sich zwei möglichst eben hergestellte Flächen (die dritte Prismenfläche kann matt sein) unter passendem Winkel schneiden, dienen zur Zerlegung des Lichts in seine einzelnen farbigen Bestandteile (s. Spektralanalyse) und zur Ermittlung des Brechungskoeffizienten der Prismensubstanz (s. Licht).

Glasprismen gibt man gewöhnlich einen Winkel von 50—60° an der brechenden Kante, wenn sie zu spektraler Zerlegung dienen sollen, und stellt sie teils aus Flintglas mit großem Farbenzerstreuungsvermögen, teils aus Crownglas mit kleinerem Zerstreuungsvermögen her. Prismenkombinationen dienen einesteils zur Steigerung der Dispersion, indem man das aus einem Prisma austretende Licht in ein zweites, gleichsinnig zerstreuendes Prisma, aus diesem in ein drittes u. s. w. treten läßt, andernteils zur Aufhebung der Farbenzerstreuung (s. Achromasie), indem man mit einem Crownglasprisma mit größerem Winkel ein passendes Flintglasprisma mit kleinerem Winkel ungleichsinnig zusammenstellt, andre endlich, wie beim Spektroskop mit gerader Durchsicht, indem man die beiderlei Prismen so zusammenordnet, daß für eine bestimmte Farbe die Ablenkung kompensiert wird, aber eine kräftige Dispersion bestehen bleibt. Prismen aus Flüssigkeiten stellt man her mittels sogenannter Hohlprismen, dreiseitiger Gefäße, an welchen zwei Wände durch planparallele Gläser geschlossen sind. Für Dispersionsversuche mit Wärmestrahlen, die vom Glas stark absorbiert werden, verwendet man Prismen aus Steinsalz oder Flußspat. Ueber total reflektierende Prismen s. Licht. *Aug. Schmidt.*

Prisma (Zylinder), Bestandteil des Jacquardgetriebes; s. Weberei.

Prismatoid (Prismoid), ein Polyeder, begrenzt von zwei Polygonen (Grundflächen) in parallelen Ebenen, deren Seitenzahlen m und n verschieden sein können, und von $m + n$ Dreiecken (Seitenflächen), von denen jedes eine Ecke mit der einen, die Gegenseite mit der andern Grundfläche gemein hat. Die Entfernung der Grundflächen heißt Höhe des Prismatoids.

Das letztere wird von einer Ebene, die alle Seitenkanten halbiert, in einem $(m + n)$-Eck, dem Mittelschnitt, geschnitten; die Seiten desselben sind denen der Grundflächen parallel. Ein Prismatoid heißt regulär oder eine Trommel, wenn seine Grundflächen kongruente reguläre

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Polygone sind, deren Mittelpunkte in einer Senkrechten zu den Grundflächen liegen und die so gegeneinander verdreht sind, daß der Mittelschnitt ein reguläres Polygon von der doppelten Seitenzahl ist. Sind G und G' die Grundflächen, S die Fläche des Mittelschnitts, h die Höhe eines Prismatoids, so ist der Inhalt des Prismatoids $\frac{h}{6}(G + G' + 4S)$.

Literatur: [1] Wittstein, Das Prismatoid, Hannover 1860. — [2] Grebe, Bemerkung über die Berechnung des Prismatoids, Cassel 1866. — [3] Müller, Darstellung der Grundeigenschaften der Prismoide, Gotha 1842. — [4] Decker, Die Prismentrommel, München 1888. *Wölffing.*

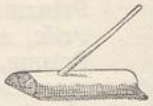
Prismenkette, s. Richtmechanismus.

Prismenkreuz, s. Winkelinstrumente.

Prismenlupe, s. Zylinderprisma.

Prismenpaar, s. Richtpaar.

Prismen- und Spiegelinstrumente zum Abstecken konstanter Winkel (auch Allineator), s. Winkelinstrumente.



Pritschbläuel (Erdschlägel, Patsche), Werkzeug aus hartem Holz mit kurzem Stiel zum Stampfen oder Schlagen des Lehmestrichs bei Scheunentennen, Kegelbahnen u. s. w.

Pritschen, Pritschhammer, s. Abrichten von Blechen.

Privatanschlußgleise (Privatanschlußbahnen, Schleppbahnen) sind Bahnanlagen, die an öffentliche Eisenbahnen anschließen, aber nicht dem öffentlichen Eisenbahnverkehr, sondern dem Verkehr von industriellen Werken, von Bergwerken, von städtischen Viehhöfen, von nicht der öffentlichen Bahn gehörigen Hafenanlagen u. s. w. dienen.

Die Anlage und der Betrieb der Privatanschlußgleise unterliegt in den meisten Ländern (so Preußen, Oesterreich-Ungarn, Schweiz, Italien, Rußland u. s. w.) gesetzlichen Bestimmungen und staatlich erlassenen Vorschriften, wird im übrigen durch Vereinbarung zwischen Eisenbahn und Inhaber des Privatanschlusses geregelt. Hierbei kommen namentlich in Betracht die betriebssichere Herstellung und Unterhaltung der Privatanschlußgleise, der Uebergang und die Benutzungsdauer der Wagen, die Haftung für Beschädigungen, die Tariffrage u. s. w.

Literatur: [1] Röll, Encyklopädie, S. 2710. — [2] Fritsch, Handbuch der Eisenbahngesetzgebung, Berlin 1906. — [3] Cauer, Betrieb und Verkehr der Preuß. Staatsbahnen, I, II, sowie die gesetzlichen und im Verwaltungswege erlassenen Vorschriften in den einzelnen Ländern. *Cauer.*

Privatbahnen, s. Eisenbahnverwaltung.

Privatleitungen, im Gegensatz zu den in den öffentlichen Straßen liegenden Rohrleitungen, das in privaten Grundstücken verlegte Röhrensystem der Wasserversorgung, Gasbeleuchtung u. s. w.

Privatwagen, s. Eisenbahnbetrieb X, Eisenbahnwagen.

Probebelastung bei Brücken, s. Belastungsprobe.

Probefahrt mit Schiffen dient zur Feststellung der meist kontraktlich ausbedungenen Schiffsgeschwindigkeit sowie zur Erprobung der Schiffsmaschinen mit Bezug auf die Ermittlung der höchsten Kraftleistung, Kohlenverbrauch und Manövrierfähigkeit sowie zur Erprobung der Seefähigkeit und der Drehfähigkeit des Schiffes.

In der Handelsmarine begnügt man sich in der Regel mit der Ermittlung der größten Schiffsgeschwindigkeit sowie der entsprechenden Maschinenkraft und des Kohlenverbrauchs, da diese Resultate für den Reeder allein von Bedeutung sind. — Vor Beginn der Probefahrten ist das Schiff möglichst zu docken und mit einem neuen Bodenanstrich zu versehen, damit es bodenrein ist. Alsdann sind alle Daten festzustellen, welche für die späteren Versuche von Wert sind, die Belastung mit Ausrüstungsgegenständen, Kohlen, Wasser u. s. w., der entsprechende Tiefgang vor und nach der Probefahrt sowie die wichtigsten Konstruktionsdaten des Schiffes. — Zur Ermittlung der Schiffsgeschwindigkeit benutzte man früher das Log (s. d.); dasselbe gibt jedoch bei hohen Geschwindigkeiten keine zuverlässigen Werte. Man ist daher dazu übergegangen, an den Küsten genau abgesteckte und durch Baken kenntlich gemachte Strecken in einem Kurse parallel zu dieser Strecke mit dem Schiff abzulaufen und die hierzu erforderliche Zeit festzustellen. Da man die Geschwindigkeit der Schiffe pro Stunde allgemein nach Knoten oder Seemeilen = 1852 m bemißt, so macht man die Länge der abgesteckten Strecke gleich einer Seemeile. Es entspricht also eine Durchlaufszeit von 10 Minuten einer Geschwindigkeit von 6 Knoten. Das Fahrwasser für Meilenfahrten muß möglichst tief und frei von Strömungen sowie Ebbe und Flut sein, da sonst die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigt wird. Auch dürfen die Windstärke und der Seegang ein bestimmtes Maß nicht überschreiten. Die gemessene Meile wird mehreremal auf und ab gelaufen und die mittlere Geschwindigkeit ermittelt. Bei längeren forcierten Fahrten läuft man, um den jedesmaligen Fahrtverlust beim Wenden nach Ablaufen der Meile zu umgehen, größere gerade Strecken mit derjenigen Umdrehungszahl ab, welche bei den vorher stattgefundenen Meilenfahrten der mittleren Maximalgeschwindigkeit entspricht. — Zur leichteren Verwertung der Probefahrtsdaten hat man zuerst in England nach dem Vorgang von Denny die Progressivprobefahrten eingeführt. Die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Meilenfahrten beginnen mit niedriger Geſchwindigkeit, und dieſelbe wird nach dem jedesmaligen doppelten Ablaufen der Meile ſtetig bis zur höchſten Maſchinenleiſtung geſteigert, wobei jedesmal die Leiſtungen der Maſchinen durch Indikatordiagramme feſtgeſtellt werden. Die für die einzelnen Geſchwindigkeiten ſich ergebenden Werte der indizierten Pferdeſtärken, der Umdrehungszahl, des Schraubenſlip u. ſ. w. werden alsdann als Ordinaten von Kurven aufgetragen, deren Abſziſſe die entſprechende Geſchwindigkeit in Seemeilen iſt. Auf dieſe Weiſe ergibt ſich ein klares Bild über den Zuſammenhang dieſer einzelnen Daten. — Zur Ermittlung der Maſchinenleiſtung müſſen bei allen Meilenfahrten und bei Dauerfahrten in beſtimmten Zeitabſchnitten Indikatordiagramme genommen werden und zwar auf beiden Kolbenſeiten eines jeden Zylinders; desgleichen iſt die mittlere Umdrehungsanzahl und der mittlere Dampfdruck im Hauptdampfrohr und in den einzelnen Zylindern ſowie das Vakuum im Kondenſator aus einer entſprechenden Anzahl Beobachtungen feſtzuſtellen. Wenn möglich, iſt der Verbrauch an Speiſewaſſer zu ermitteln. Der Slip des Propellers wird aus der Steigung, der Umdrehungszahl und der Geſchwindigkeit berechnet, und alsdann werden alle Daten zu Tabellen vereinigt.

In der deutſchen Marine erſtrecken ſich die Probefahrten auf eine Vorprobefahrt zur Konſtatierung der Gangbarkeit der Maſchinen, auf eine 6ſtündige forcierte Fahrt zur Ermittlung der höchſten Maſchinenleiſtung und der größten Geſchwindigkeit, auf eine 24ſtündige Dauerfahrt mit allen Keſſeln ohne Forcierung, auf eine 24ſtündige Fahrt mit Marſchgeſchwindigkeit zur Beſtimmung des Kohlenverbrauchs. Hieran reihen ſich alsdann Fahrten zur Erprobung des Rudergeſchirrs und der Drehfähigkeit des Schiffes, zur Feſtſetzung der Manövrierfähigkeit der Maſchine ſowie zur Erprobung des Schiffes in ſchwerer See.

Literatur: [1] Krieger-Johow, Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Busley, L., Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886.

T. Schwarz.

Probegedinge, ſ. Auffahren.

Probegold (or au titre, standard gold), Gold, welches den für die Verarbeitung geſetzlich vorgeſchriebenen Feingehalt (ſ. d.) beſitzt.

Proben, metallurgiſche, ſ. Aufbereitung, Bd. 1, S. 350.

Proben, technologiſche, dienen zur Unterſuchung der Bauſtoffe auf ihre Bearbeitungsfähigkeit oder technologiſchen Eigenſchaften. Nach der Art der Bearbeitung unterſcheidet man die letzteren in: Zerlegbarkeit, Umformbarkeit und Zuſammenfügbarkeit.

1. Die **Zerlegbarkeit** der Bauſtoffe beruht auf ihrem mehr oder weniger großen Widerſtande gegen den Angriff ſchneidender Werkzeuge und auch wohl gegen Zerbrechen. Sie hängt ab vornehmlich von der Härte des Materials und von deſſen Zähigkeit. Geprüft wird ſie am beſten durch unmittelbare Anwendung des bei der praktiſchen Bearbeitung beabſichtigten Zerlegungsverfahrens. In abſolutem Maß läßt ſich die Zerlegbarkeit nicht ausdrücken, man wird ſie vielmehr immer nur durch Vergleich von zwei oder mehreren Stoffen relativ beſtimmen können.

2. Die **Umformbarkeit** iſt die Fähigkeit eines Materials, ſich ohne Abtrennung einzelner Teile aus einer gegebenen Form in eine andre überführen zu laſſen, und zwar entweder durch die mechaniſche Einwirkung äußerer Kräfte oder durch Gießen. — Die Umformbarkeit durch die Einwirkung äußerer Kräfte beruht auf der Zähigkeit des Materials. Die Verfahren zu ihrer Erprobung ſind die Biegeprobe (ſ. d.) und die Schmiedeprobe. Letztere iſt wieder zu unterſcheiden a) nach dem Wärmezuſtand in Kalt- und Warmbiegeproben; b) nach der Art des Schmiedens in Ausbreite-, Stauch- und Aufdornprobe. Ferner gehören hierzu die Aufweitungs- und Bördelproben, wie ſie für Keſſelrohre im Gebrauch ſind, und die Lochprobe (ſ. d.) ſowie die Polterprobe.

a) Bei der Ausbreiteprobe wird das auf helle Rotglut erhitzte Verſuchsſtück, in der Regel flache Stäbe, unter der Hammerfinne an den Enden innerhalb der Länge l ſo weit ausgebreitet oder geſtreckt, bis die Ränder riſſig werden. Das Ausweiten erfolgt entweder unter einem ſchnell arbeitenden Hammerwerk oder von Hand. Die Hammerfinne ſoll nach 15 mm Halbmeſſer abgerundet ſein und beim Schlagen quer zur gewünſchten Ausbreitrichtung ſtehen. Als Gütemaß dient das Verhältnis $\frac{b_1}{b} \cdot 100 = Ag$ der urſprünglichen Probenbreite b zu der bei eintretender Rißbildung erreichten Breite b_1, oder das Verhältnis $\frac{l_1}{l}\ 100 = Sg$ beim Strecken von l auf l_1. Ag ſoll bei Bauwerkseiſen und Blechen aus Schweiß- und Flußeiſen mindeſtens 1 : 1,5 betragen. Schweißeiſen, welches hohen Schlackengehalt beſitzt oder ſchlecht geſchweißt und in der Luppe mangelhaft durchgearbeitet iſt, wird beim Ausbreiten längsriſſig (ſogenannter Beſenbruch), und ſauerſtoffreiches Flußeiſen zeigt zackige Ränder. Zur Erzielung vergleichbarer Ergebniſſe ſind geometriſch ähnliche Proben zu verwenden.

b) Die Stauchprobe dient beſonders als Güteprobe für Nieteiſen. Bei ihr werden zylindriſche Abſchnitte, deren Länge gleich dem doppelten Durchmeſſer iſt, in der Längsrichtung unter dem Hammer zuſammengeſtaucht. Gutes Nieteiſen ſoll ſich rotwarm bis auf ein Dritteil, kalt bis auf die Hälfte ſeiner urſprünglichen Länge ſtauchen laſſen, ohne Riſſe zu zeigen.

c) Die Aufdornprobe, auch „Rotbruchprobe“ genannt, iſt beſonders bei Prüfung von Flußeiſen im Gebrauch. Die Probeſtreifen ſind zunächſt im rotwarmen Zuſtande auf 6 mm Dicke und 40 mm Breite abzuſchmieden, dann mit einem ſich verjüngenden Lochſtempel, deſſen Durchmeſſer bei 80 mm Länge an dem einen Ende 20 mm, an dem andern 30 mm beträgt, ebenfalls rotwarm zu lochen, und ſchließlich iſt das 20 mm weite Loch durch Eintreiben des Dornes bis auf 30 mm zu erweitern. Die Lochwandungen dürfen hierbei keine Riſſe zeigen. Wegen der ſtarken Abkühlungen der dünnen Lochwandungen an dem dicken Stempel iſt die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Probe in den meiſten Fällen wiederholt zu erhitzen. Der Dorn wird dann abwechſelnd von beiden Seiten eingetrieben, um zu vermeiden, daß das Material der Lochwandung unter Bildung von ſcharfem Grat einſeitig ausgezogen wird.

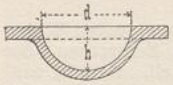
d) Die Aufweitungsprobe, zur Prüfung von Waſſerröhren für Dampfkeſſel, wird durch Hämmern des Rohrendes über einem Dorn in kaltem Zuſtande bewirkt, wobei die Hammerfinne parallel zur Längsrichtung des Rohres ſteht. Gefordert wird, daß ſich die Rohrenden auf 30 mm Länge aufweiten laſſen:

bei einer Wandſtärke von . . .	bis zu 4,	4—6 mm	
Rohre aus Schweißeiſen um	5	3%	des inneren Durchmeſſers
Rohre aus Flußeiſen, geſchweißt	7	4%	„ „ „
Rohre aus Flußeiſen, nahtlos	10	6%	„ „ „

e) Die Bördelprobe erfolgt 1. an Rohren durch Umkrempen der Rohrenden in kaltem Zuſtande, nachdem die Probeſtücke zuvor ausgeglüht ſind. Als Gütemaß dient der Umbördelungswinkel, wobei beſtimmte Vorſchriften für die Breite des Bördels innezuhalten ſind. Die Würzburger Normen ſtellen folgende Bedingungen:

Material	Umbördelungswinkel in Graden			Breite des Bördels in Prozenten des Rohrdurchmeſſers		
	bei der lichten Rohrweite d und Wandſtärke w in Millimetern					
	$d < 76$ $w \leq 3{,}5$	$d > 76$ $w \leq 4{,}5$	$w > 4{,}5$	$d < 76$ $w \leq 3{,}5$	$d > 76$ $w < 4{,}5$	$w > 4{,}5$
Schweißeiſen	75	45	30	12	8	8
Flußeiſen . .	90	90	90	12	12	12

Die Materialvorſchriften der deutſchen Kriegsmarine ſchreiben vor, daß das Rohr nach Bördelung um 90° zunächſt nochmals auszuglühen iſt, ſofern größere Bördelwinkel als 90° vorgeſchrieben ſind. 2. Bei Blechen wird die Bördelprobe, hier auch „Aufbruchprobe“ genannt, in der Weiſe ausgeführt, daß man das Verſuchsſtück mit einem Loch von vorgeſchriebenem Durchmeſſer verſieht und hieraus einen Bördel von beſtimmter Höhe und beſtimmtem Durchmeſſer herausbördelt, wobei keine Riſſe entſtehen dürfen.



f) Bei der Polterprobe muß ſich in das Blech eine Kugelhaube (ſ. die Figur) von beſtimmtem Durchmeſſer d und beſtimmter Höhe h eintreiben laſſen, ohne daß Riſſe oder unganze Stellen ſich zeigen.

Zur Prüfung der Umformbarkeit durch Gießen gehören neben der Beſtimmung des Schmelzpunktes die Ermittlungen der Neigung zum Abſchrecken, der Dünnflüſſigkeit, der Schwindung und der Neigung zum Saugen (Lunkern); vgl. Gußeiſenprüfung.

3. Die **Zuſammenfügbarkeit** der Bauſtoffe beruht, wenn das Zuſammenfügen durch Anwendung beſonderer Bindemittel (Leim, Mörtel u. ſ. w.) erfolgen ſoll, auf deren Oberflächenbeſchaffenheit und bei unmittelbarer Vereinigung der Stücke auf der Schweißbarkeit des Materials. Um letztere zu prüfen, werden zwei hinreichend lange Probeabſchnitte an einem Ende durch Schmieden abgeſchrägt und dann in Schweißhitze, in der Regel unter Anwendung von Quarzſand, zuſammengeſchweißt. Bei nicht ſchweißbarem Material haften die Teile überhaupt nicht aneinander. Iſt Schweißung eingetreten, ſo wird ihre Güte entweder durch Biegeproben oder Zerreißproben ermittelt. Bei der Biegeprobe wird das Stück in der Mitte der Schweißſtelle ringsum eingehauen und durchgebrochen. Bei mangelhafter Schweißung erfolgt kein vollſtändiger Querbruch, ſondern letzterer geht nur bis zur Schweißfuge und verläuft dann in der Längsrichtung des Stückes, der Schweißfuge folgend. Die Vorſchriften der deutſchen Kriegsmarine fordern Biegeproben mit nicht eingekerbten Proben, wobei die Schweißnaht ſich nicht öffnen darf.

Zur Prüfung der Schweißbarkeit durch Zerreißverſuche ſind neben den geſchweißten auch ungeſchweißte Stäbe desſelben Materials zu prüfen, und zwar beide in ausgeglühtem Zuſtande, um die Vergleichswerte von der voraufgegangenen mechaniſchen Bearbeitung des Materials unabhängig zu machen. Die Schweißnaht muß ſelbſtverſtändlich zu beiden Seiten von der Verſuchslänge (ſ. Zerreißverſuch) überragt werden. Ferner empfiehlt es ſich, das Verhältnis zwiſchen der Größe der Schweißfläche und dem Stabquerſchnitt ſtets gleichgroß zu wählen. In der Regel wird verlangt, daß die Zugfeſtigkeit der geſchweißten Probe mindeſtens 90% derjenigen der ungeſchweißten beträgt.

Literatur: [1] Martens, Handbuch der Materialienkunde. — [2] Materialvorſchriften der deutſchen Kriegsmarine, 1905. — [3] Normalbedingungen für die Lieferung von Eiſenkonſtruktionen für Brücken- und Hochbau, aufgeſtellt von dem Verbande deutſcher Architekten- und Ingenieurvereine, dem Verein deutſcher Ingenieure und dem Verein deutſcher Eiſenhüttenleute, 1902. — [4] Grundſätze für die Prüfung von Schweiß- und Flußeiſen zum Bau von Dampfkeſſeln (Würzburger Normen 1905). — [5] Vorſchriften für Lieferung von Eiſen und Stahl, aufgeſtellt vom Verein deutſcher Eiſenhüttenleute. — [6] Grundſätze für einheitliche Materialprüfungen, aufgeſtellt vom Deutſchen Verbande für die Materialprüfungen der Technik, 1900.

Rudeloff.

Probeſtabform, ſ. Zerreißverſuch.

Probiergewicht, ſ. Feingehalt.

Probierhähne dienen neben den Waſſerſtandsgläſern zur Unterſuchung eines Dampfkeſſels auf ſeinen Waſſerſtand. Man wendet gewöhnliche Auslauf-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hähne, je einen in der Höhe des niedrigſten, mittleren und höchſten Waſſerſtandes, an. Unter den Ausflüſſen bringt man meiſt am oberen Ende trichterförmig erweiterte Abflußrohre an, welche das ausfließende Waſſer nach einem für alle drei Hähne gemeinſchaftlichen Abflußrohr leiten.

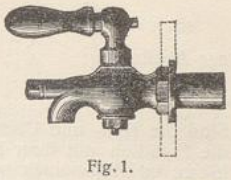


Fig. 1.

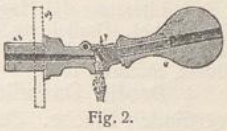


Fig. 2.



Fig. 3.

Alle Probierhähne und -ventile müſſen ſo eingerichtet ſein, daß man ſie während des Betriebes durchſtoßen kann, um etwaige Anſätze von Schmiere, Schlamm oder Keſſelſtein zu entfernen. — Fig. 1 zeigt einen ſolchen gewöhnlichen Probierhahn, an deſſen vorderem Ende ſich eine kleine Vierkantſchraube befindet, nach deren Abſchrauben der Hahn in gerader Richtung mittels eines Drahtes u. dergl. durchſtoßen werden kann. In Fig. 2 iſt ein Probierventil mit Gummi-, Blei- oder Vulkanfiberdichtung und Hebelbelaſtung dargeſtellt, welches durch bloßes Anheben des Belaſtungshebels geöffnet wird. Fig. 3 zeigt ein von Grabau konſtruiertes Probierventil mit ſchrägſtehendem Kegelventil und abnehmbarem Ausfluß, nach deſſen Entfernung das Ventil im Betrieb durchſtoßen werden kann. Ein Probierventil mit auswechſelbarer Vulkanfiberdichtung zeigt D.R.P. Nr. 53765, worauf wir verweiſen. *v. Ihering.*

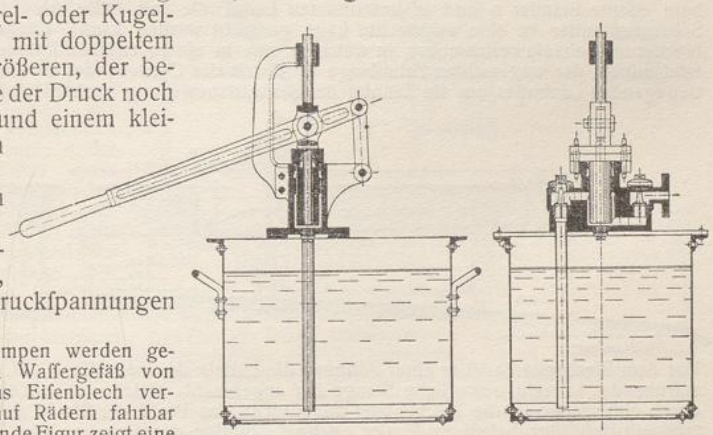
Probierhobel, kleiner (9 cm langer, 3 cm breiter) Schropphobel, dient zum Anhobeln roher Bohlen u. ſ. w., um Farbe und Zeichnung des Holzes erkennen zu laſſen.

Probierkunſt, die Lehre von der quantitativen Unterſuchung der Erzeugniſſe des Bergbaues und Hüttenweſens auf diejenigen Metalle u. ſ. w., die im großen gewonnen werden können.

Die Methoden ſchließen ſich vielfach den hüttenmänniſchen Verfahren an und geben in dieſen Fällen einen Anhalt für das zu erwartende Ausbringen. — Vgl. Aufbereitung, Bd. 1, S. 350, Goldproben, Silberproben.

Probiernadel, ſ. Goldproben.

Probierpumpen zur Erzeugung hohen Druckes bei hydrauliſchen Preſſen, Rohrprobierpreſſen (ſ. Einſpannvorrichtungen, Bd. 3, S. 256) werden für Hand- und Maſchinenbetrieb ausgeführt, in der Regel als einfach wirkende Plungerpumpen mit Kegel- oder Kugelventilen, oft auch mit doppeltem Kolben, einem größeren, der benutzt wird, ſolange der Druck noch mäßig hoch iſt, und einem kleineren, der in dem großen Kolben liegt und der nach Feſtſtellung des letzteren in Tätigkeit geſetzt wird, um die höchſten Druckſpannungen zu erzielen.



Die Probierpumpen werden gewöhnlich mit einem Waſſergefäß von 300—500 l Inhalt aus Eiſenblech verbunden, eventuell auf Rädern fahrbar eingerichtet. Beiſtehende Figur zeigt eine Handprobierpumpe mit Waſſergefäß und doppeltem Kolben. Bezugsquellen: Armaturfabriken. Preis einer kleinen Pumpe zum Probieren der Hauswaſſerleitungen, auf Blechgefäß montiert, ca. 100 ℳ; einer Pumpe mit Doppelkolben (wie die Figur), fahrbar, ca. 250 ℳ; einer Pumpe für Maſchinenbetrieb für größere hydrauliſche Preſſen ca. 2000 ℳ. *C. Blecken.*

Probierſtein, ſ. Kieſelſchiefer.

Probierſtock, ſ. Biegeprobe, Bd. 1, S. 785.

Produkt, das Ergebnis der Multiplikation, äußeres und inneres Produkt; ſ. a. Geometriſcher Kalkül.

Produkte, unendliche (Produktenreihen), Produkte mit unendlich vielen Faktoren.

Ein Produkt $(1+u_1)\,(1+u_2)\,(1+u_3)\ldots$ iſt dann und nur dann konvergent, wenn die Summenreihe $u_1+u_2+u_3+\ldots$ konvergiert (ſ. Reihen). Beiſpiele von unendlichen Produkten ſind:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$$\sin x = x\left[1-\left(\frac{x}{\pi}\right)^2\right]\left[1-\left(\frac{x}{2\pi}\right)^2\right]\left[1-\left(\frac{x}{3\pi}\right)^2\right]\ldots = x\prod_{1}^{\infty}\left[r\right]\left[1-\left(\frac{x}{r\pi}\right)^2\right]$$

zur Abkürzung:

$$\cos x = \prod_{0}^{\infty}\left[r\right]\left[1-\left(\frac{x}{r\pi-\frac{\pi}{2}}\right)^2\right].$$

Sind die Null- und Unendlichkeitsſtellen einer tranſzendenten Funktion gegeben, ſo läßt ſich die Funktion mit ihrer Hilfe als Quotient zweier unendlichen Produkte darſtellen; doch tritt hierzu im allgemeinen noch als Faktor eine tranſzendente Funktion von ganzem Charakter.

Literatur: [1] Hagen, Synopſis der höheren Mathematik, I, Berlin 1891, S. 114—118. — [2] Hoebel, Darſtellung doppeltperiodiſcher Funktionen durch unendliche Produkte, Göttingen 1876. — [3] Ilnicki, Ueber das Zerlegen von Funktionen in Partialbrüche und unendliche Produkte, Suczawa 1879. — [5] Lefrançois, Essai sur les produits continus, Brüſſel 1841. *Wölffing.*

Profil, Darſtellung des gedachten Schnittes durch einen Körper nach einer vertikalen Fläche. Je nachdem der Schnitt nach der Längsachſe oder nach einer Ebene ſenkrecht zu dieſer gedacht iſt, ergibt ſich ein Längen- oder Querprofil (ſ. d.), was alſo ſoviel wie Längen- oder Querſchnitt bedeutet. — In der Walztechnik verſteht man unter Profil Querſchnittsformen des Walzeiſens, welche von den quadratiſchen, rechteckigen, kreisförmigen oder regelmäßig-polygonalen abweichen (I-, Z- u. ſ. w. Eiſen). — Vgl. a. Bahnprofil, Längenprofil, Schienenprofile unter Oberbau und Normalprofile für Walzeiſen. *Kübler.*

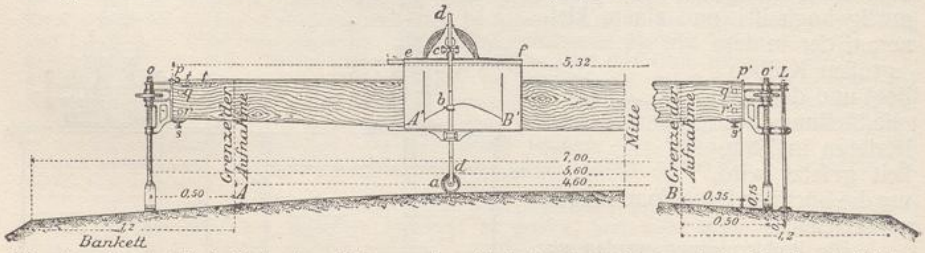
Profile, geologiſche, vertikale, nach dem Mittelpunkt der Erde gerichtete Schnittflächen durch die Erdkruſte zur Veranſchaulichung ihres Aufbaues und der Gliederung in die verſchiedenen Schichten und Geſteine.

Die ſogenannten ſchematiſchen oder auch idealen Profile ſind ſubjektive, hypothetiſche Vorſtellungen. *Leppla.*

Profileiſen, -ſtäbe, -ſtähle, ſtangen, Metallſtäbe (aus Eiſen, Stahl u. ſ. w.), die ein von den einfachen (Rund-, Quadrat- u. ſ. w.) Querſchnitten abweichendes Profil aufweiſen. S. a. Normalprofile für Walzeiſen, Stangenpreſſen und Ziehen.

Profilograph, eine von Schmid erfundene Vorrichtung zum Meſſen der Abnutzung der Straßenoberfläche.

Sie beſteht, wie beiſtehende Figur zeigt, aus einer an den Enden durch lotrecht verſtellbare eiſerne Ständer *o* und *o'* unterſtützten Latte, die mit Hilfe der Libelle *t t* durch eine Schraubenmutter in eine wagerechte Lage gebracht werden kann. Längs dieſer Latte iſt ein blechernes Gehäuſe verſchiebbar, in welchem eine in einem eiſernen Rahmen hängende Zeichentafel mittels der wagerechten Zahnſtange *e f* durch das Getriebe des in einer Drahtſchlinge ſich bewegenden Laufrades um ein Zehntel der Seitwärtsbewegung nach rückwärts verſchoben wird.



Vor dem Blechgehäuſe iſt in einer Führung die mittels der Laufrolle *a* auf der Straßenoberfläche aufruhende, lotrecht bewegliche Stange *d d* angebracht, welche einen Zeichenſtift *b* trägt, der, durch eine Feder an die Zeichentafel angedrückt, das Profil der Straße auf ein an der Zeichentafel mit Heftſtiften befeſtigtes Papier zeichnet. Infolge des angewendeten Ueberſetzungsverhältniſſes erſcheinen die Höhen in natürlicher Größe, die Längen im Maßſtabe 1 : 10 [1], [2].

Literatur: [1] Fortſchritte der Ingenieurwiſſenſch., 2. Gruppe, 4. Heft, Leipzig 1895, S. 26. — [2] Zeitſchr. für Baukunde 1882, S. 3. *L. v. Willmann.*

Profilradius, der Quotient $r = F : p$, wenn F das Waſſerquerprofil, p den benetzten Umfang des Querprofils bezeichnet (ſ. Hydraulik, Bd. 5, S. 153).

Profilſteine im Straßenbau ſind Steine, die, in geſicherter Lage in einer beſtimmten unveränderlichen Höhe im Querprofil eines Straßen- oder Dammkörpers angebracht, eine jederzeitige Wiederaufnahme und Kontrolle des betreffenden Querprofils geſtatten. — Profilſteine im Hochbau ſind, im Gegenſatz zu glatt bearbeiteten, mit einer Profilierung verſehene Steine. *L. v. Willmann.*

Profilzirkel, ein Feldzirkel, der mit einem Gradbogen zum Ableſen von Neigungswinkeln verſehen iſt; ſ. a. Drehlatte.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Progreſſionen, ſ. Reihen.

Progreſſivfahrten, ſ. Probefahrt.

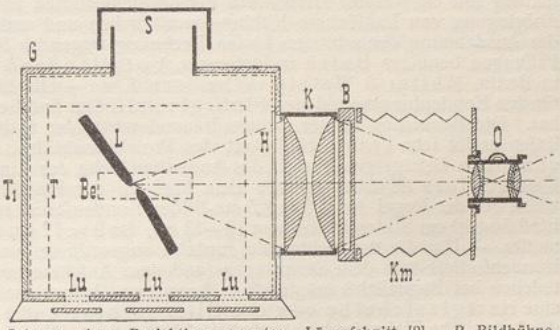
Progreſſivpulver, ſ. Geſchoßtreibmittel, Bd. 4, S. 419.

Projekt, genereller oder ſpezieller Entwurf zu einem Bauobjekt.

Projektion, die Abbildung eines im Raume befindlichen Gegenſtandes auf einer Ebene (Projektionsebene). Jedem Punkte dieſes Gebildes entſpricht ein Punkt des räumlichen Gebildes, ſo daß die Verbindungslinien entſprechender Punkte entweder alle durch einen Punkt hindurchgehen oder zueinander parallel ſind. Das ebene Gebilde bezeichnet man als die Projektion des räumlichen (ſ. a. Projektionslehre). — Vgl. a. Kartenprojektion. *Vonderlinn.*

Projektionsapparate (Bildwerfer, Skioptika), optiſche Inſtrumente, welche zumeiſt dazu dienen, bildliche Darſtellungen durch vergrößerte Projektion von Laternbildern (Photographien auf Glas, Zelluloid- oder Gelatinefilms; durch Zeichnen, Malen, Radieren u. ſ. w. oder mittels Abziehdrucken hergeſtellte transparente Bilder) auf einen geeigneten Schirm einem größeren Beſchauerkreiſe vorzuführen. Ferner können die Skioptika, denen in der Hauptſache die von Athanaſius Kircher erfundene und 1671 beſchriebene, von Thomas Walgenſtein, ſpäter von Robertſon verbeſſerte Laterna magica zugrunde liegt, in geeigneter Bauart verfertigt, zur vielen Perſonen ſichtbaren Demonſtration von undurchſichtigen, auch plaſtiſchen Objekten, mikroſkopiſchen Präparaten, endlich zu der von chemiſchen, mechaniſchen, optiſchen, phyſiologiſchen u. ſ. w. Vorgängen benutzt werden.

Das moderne Skioptikon zur Projektion von Laternbildern ſtellt in der Regel eine weſentlich verbeſſerte Form der Laterna magica, wie ſie als Spielzeug für Kinder Verwendung findet, dar. Es beſteht in dieſer einfachen Geſtalt 1. aus dem Gehäuſe, welches die Lichtquelle einſchließt, um zu verhindern, daß „falſches“ Licht ſtörend in den Zuſchauerraum gelange; 2. dem Kondenſator (Kondenſor, Beleuchtungslinſe, Lichtſammler), der zur größtmöglichen Ausnutzung der Lichtquelle behufs gleichmäßiger, kräftiger Beleuchtung des zu projizierenden Gegenſtandes notwendig iſt; 3. der Bildbühne mit dem Bildſchieber, der die zur Projektion kommenden Glasdiapoſitive aufnimmt; 4. der Kamera in der Form eines Balgens oder in der einer geraden oder koniſchen Metallröhre, die verhindert, daß zerſtreutes Licht auf die Objektivfaſſung und den -träger und dadurch in den Projektionsſaal gelangt, und 5. dem Objektiv, welches ein vergrößertes, ſcharfes Bild des Diapoſitivs auf dem Projektionsſchirme zu entwerfen hat (vgl. die Figur).



Schema eines Projektionsapparates, Längsſchnitt [2]. *B* Bildbühne. *Be* Beobachtungsfenſter. *G* Gehäuſe mit Aſbeſtfütterung. *H* Hartglasſchutzplatte. *K* Kondenſator. *Km* Kamera. *L* Lichtquelle. *Lu* Luftlöcher. *O* Objektiv. *S* Schornſtein. *T* Seitentür. T_1 Rückwärtige Tür.

Das **Gehäuſe** der kleineren, gewöhnlich leicht transportabeln Apparate iſt kaſtenförmig aus Eiſenblech mit einem Holzboden angefertigt; bei „Reiſeapparaten“ iſt es nicht ſelten viel zu klein dimenſioniert, wenn ſtarke Hitze entwickelnde Lichtquellen benutzt werden ſollen. Für ſolche muß der Blechkaſten unter allen Umſtänden innen mit Aſbeſtpappe oder -ſchiefer gefüttert ſein. Bei großen, für ſtabile Aufſtellung beſtimmten Apparaten verwendet man am beſten einen aus Eichenholz maſſiv erzeugten, verzinkten, mit dicken Aſbeſtplatten ausgekleideten Kaſten, der auf ein gleichfalls kaſtenförmiges Geſtell (das z. B. den Rheoſtat für die Bogenlampe beherbergen kann und den Kontaktſchalter trägt; richtunggebend für derlei Apparate war die von der nicht mehr beſtehenden Firma Plößl & Co. in Wien gepflegte Bauart) derart montiert wird, daß er mittels Handrads und Schnecken- oder Zahntriebs um ſeine hintere Horizontalachſe gedreht werden kann. Dieſes Heben oder Senken des Apparatvorderteiles iſt nicht ſelten notwendig, um das Bild auf dem Projektionsſchirme in der Höhenrichtung verſchieben zu können. (Bei ſtarker Schrägſtellung des Apparates iſt eine korreſpondierende des Schirmes zur Erzielung ſcharfer Bilder nötig.) Man verwendet deshalb vorteilhaft auch für kleinere Apparate fahrbare Stative mit ähnlicher Stellvorrichtung. Die der größten Erhitzung ausgeſetzte Vorderwand wird am beſten aus mehreren gefalzten und verſchränkten Brettchen erzeugt. Stets muß das Gehäuſe zur Entfernung der heißen Luft und der Verbrennungsgaſe oben mit einem kürzeren (bei elektriſchem Licht oder Kalklicht u. ſ. w.) oder längerem (bei Petroleumlampen, Auerbrennern u. ſ. w.) Schornſtein und zwecks Erzielung eines genügend kräftigen Luftſtromes mit Löchern im Boden oder in den Seitenwänden (knapp am Fuße) verſehen ſein. Namentlich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

muß die Anordnung der Luftlöcher so erfolgen, daß ein kühler Luftstrom nahe am Kondensor vorüberstreicht; Schornstein und Luftlöcher sind derart mit geschwärzten Kappen zu versehen, daß in den Saal direkte Lichtstrahlen nicht austreten können; das schwache zerstreute Licht ist praktisch ohne Bedeutung. Die Seitenwände sollen Türen besitzen, um Verrichtungen an der Lichtquelle zu gestatten. Sehr praktisch ist die häufig anzutreffende Einrichtung, daß die Rückwand als Haupttür ausgebildet ist (sie, wie es hier und da geschieht, ganz durch lichtdichte Vorhänge zu ersetzen, ist mit Nachteilen verknüpft). Kleine rote oder dunkelblau gefärbte Fenster ermöglichen die Beobachtung der Lichtquelle. Bei elektrischem Bogenlicht mit Handregulierung (s. unten) erweist sich die Anbringung einer Linse im Kasteninnern, die das Bild des Bogens auf ein rotes Fensterchen scharf entwirft, als eine mit geringen Kosten zu erstellende, bei der Bedienung des Apparates ausgezeichnete Dienste leistende Einrichtung.

Der an der Vorderwand des Gehäuses angebrachte **Kondensator**, dessen Hinweglassung eine ganz ungleich helle Beleuchtung des Projektionsfeldes (zum Teil mit störenden Abbildungen der Lichtquelle verknüpft) bewirkte und deshalb nur einen kleinen (den von einem dem Durchmesser des Objektivs entsprechenden Lichtbündel durchlaufenen) Teil des Bildes zu projizieren gestattete, kann am einfachsten durch eine Bikonvexlinse gebildet werden. Bei den besseren Apparaten stellt man aber fast durchweg den Kondensor aus zwei plankonvexen, mit den gekrümmten Flächen einander zugekehrten Linsen zusammen. Ein solcher zweiteiliger Kondensor macht bei sehr guter Ausnutzung der Lichtquelle die aus der Kugelgestalt der Linsenoberflächen herrührenden Fehler weniger fühlbar, als dies beim einfachen Kondensor der Fall ist. G. Rodenstock in München erzeugt eine (aus einer konkav-konvexen und einer bikonvexen Linse bestehende) unsymmetrische Form eines Doppelkondensators, die sich durch große Lichtstärke auszeichnen soll, ferner einen Rechteckkondensor, dessen Vorteil Raumersparnis ist (vgl. [2]). Die beste Lichtausnutzung und auch noch andre Vorzüge eignen den dreiteiligen Kondensatoren (Tripelkondensoren, z. B. von Zeiß in Jena, Reichert in Wien u. a.), bei welchen den zwei plankonvexen Linsen noch eine (konkav-konvexe) Meniskuslinse hintangestellt ist. Sie werden bei großen Apparaten und Verwendung von punktförmigen Lichtquellen (Bogenlicht) immer mehr benutzt. Bei Benutzung flächiger Lichtquellen, wie Glühstrumpf u. s. w., erweist sich der dreiteilige Kondensor dem zweiteiligen als nicht überlegen, weil ein großer Teil des Lichtes, in die Objektivfassung strahlend, verloren geht. — Die Beleuchtungslinsen müssen aus farblosem Glase, schlieren- und blasenfrei hergestellt sein. Die Fassung soll ein Auseinandernehmen der Kondensorlinsen zur Reinigung der Gläser, ferner durch Anbringung von Luftlöchern Kühlung ermöglichen und endlich soll sie so locker sein, daß ein der Ausdehnung der erhitzten Linsen Rechnung tragender Spielraum vorhanden ist. Besondere Fassungen benutzen Busch in Rathenow, Voigtländer & Sohn in Braunschweig, Ernecke in Berlin, Müller & Wetzig in Dresden u. s. w. — Die hier und da an Stelle der Glaslinsen für den Kondensor empfohlenen Flüssigkeitslinsen sind bei sehr heißen Lichtquellen unbrauchbar. Die Benutzung zweier lichtzerstreuend wirkender Mattscheiben anstatt der Beleuchtungslinsen ergibt sehr geringe Helligkeit des Projektionsbildes. — Die Brennweite der Kondensoren beträgt gewöhnlich das Anderthalbfache des Linsendurchmessers. Die Größe des Kondensors ist abhängig von dem Formate der Projektionsdiapositive (Laternbilder). Man wählt in der Regel für 8,5 × 8,5 cm-Bilder Kondensoren mit einem Durchmesser von 10 cm, für 8,5 × 10 cm-Bilder solche von 12—13 cm, für 9 × 12 cm-Bilder solche von 14—15 cm Durchmesser. — Um die der Lichtquelle zunächst angeordnete, am stärksten der Erhitzung ausgesetzte Kondensorlinse vor dem Zerspringen (und dem Anschmelzen glühender, abspringender Kohlenteilchen bei Bogenlicht) möglichst zu bewahren, bringt man zwischen ihr und der Lichtquelle eine Hartglasscheibe oder eine Glimmerplatte (die aber leicht zerkratzbar ist und durch die bräunliche Farbe das Licht namhaft schwächt) an. Neuhauß empfiehlt, diese Schutzscheibe so in einer den Kasten trennenden, aber den auf den Kondensator fallenden Lichtkegel nicht etwa beschneidenden Wand zu fassen, daß dadurch vor den Kondensorlinsen eine abgeschlossene, durch Löcher gut lüftbare Kammer entsteht.

Bei großen Apparaten, namentlich wenn starkes elektrisches Bogenlicht (etwa über 15 Ampère) benutzt wird, ist die Anbringung einer **Kühlkammer** außerordentlich wichtig; fast unerläßlich, wenn die Laternbilder (deren manche, z. B. farbige, gegen die Hitze sehr empfindlich sind) längere Zeit im Apparate verbleiben müssen oder wenn mikroskopische Präparate projiziert werden sollen. Die Anbringung der Kühlkammer (z. B. einer mit planparallel geschliffenen und genau parallel gestellten Spiegelglaswänden versehenen, mit Wasser gefüllten Küvette) zwischen Lichtquelle und Kondensor, welche Anordnung gewiß den besten Schutz böte, ist aus mehrfachen Gründen praktisch nicht empfehlenswert. Häufiger wird die Kühlvorrichtung zwischen den Kondensorlinsen (in diesem Falle kann durch die leichte Entfernbarkeit der Kondensorvorderlinse bei physikalischen Versuchen sofort bewirkt werden, daß achsenparallele Strahlen den Apparat verlassen) oder zwischen Kondensor und Bildbühne angebracht. Die Dicke der Wasserschichte (man verwendet, wenn nicht fortwährende Erneuerung stattfindet, abgekochtes Wasser, um das Entstehen störender Luftblasen zu vermeiden; Zusätze zum Wasser sind nicht zu empfehlen) schwankt zwischen 3 bis 10 cm und mehr. Manche Firmen (z. B. Kohl in Chemnitz, Zeiß in Jena, Leybold in Cöln, Fueß in Berlin-Steglitz, Ebeling in Wien u. s. w.) sehen einen kontinuierlichen Wasserzu- und -ablauf vor. Die Plößlsche Kühlkammer war abschraubbar gefaßt. Warmbrunn, Quilitz & Co. in Berlin erzeugen billige „Kühlflaschen", welche aber nur außenseitig planparallel geschliffen werden können. Die Ruppertsche Kühlkammer besitzt zwei links und rechts angebrachte, mit dem Kühlgefäß kommunizierende Zirkulationskammern. Für die Demonstration von Lichtphänomenen (Beugungs-, Interferenz-, Polarisations-, Spektralerscheinungen u. s. w.) mittels des Projektionsapparates (vgl. [6]) konstruierte H. Krüß in Hamburg ein Beleuchtungssystem, dessen Linsen ununterbrochen von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kaltem Waſſer überrieſelt werden [1]. — Die Kühlkammern müſſen zerlegbar oder ſonſt ſo beſchaffen ſein, daß ſie auch innen geputzt werden können; ferner muß die Kittung verläßlich ſein, um ein Auslaufen des Waſſers zu verhindern. Bei geſchliffenen Spiegelglasſcheiben genügt das Kitten mit Talg, wenn die behufs Reinigung auseinander genommenen Wände wieder zuſammenzufügen ſind.

Die **Bildbühne** beſteht aus dem Rahmenträger (Bildbrücke) und dem eigentlichen Bildhalter, dem **Bildſchieber** (auch Bildrahmen, Bildſchlitten genannt). Um bei Apparaten mit großen Kondenſatoren ohne Lichtverluſt neben größeren auch kleinere Diapoſitive projizieren zu können, muß die Bildbühne ſo verſchiebbar ſein, daß die Diapoſitive ſtets in der Entfernung vom Kondenſor angeordnet ſind, in welcher der Durchmeſſer des Strahlenkegels gleich der Diagonale des Laternbildes iſt [1]. Die Verſchiebung erfolgt in der Regel am beſten mit Führungsleiſten, die durch Klemmſchrauben fixierbar ſind. Bei der einfachſten Form des Bildhalters, nämlich dem Schiebrahmen, iſt dieſer in der Bühne befeſtigt und es wird Glasbild um Glasbild von der einen Seite zwiſchen zwei Nuten eingeführt und dadurch zugleich immer ein ſchon projiziertes auf der andern Seite hinausgeſtoßen. Der gewöhnliche einfeitige Bildſchieber, in welchem von oben das Laternbild eingeſchoben wird, muß bei jedem Bilde herausgezogen, nach Entfernen des darin befindlichen bereits projizierten Bildes neu beſchickt und dann wieder hineingeſtoßen werden, was längere Pauſen bei jedem Bildwechſel verurſacht. Beim Rapidwechſler von Ed. Liefegang in Düſſeldorf wird wohl auch nur von einer Seite beſchickt, aber das Wechſeln geſchieht mit Hilfe eines Doppelſchlittens raſcher, weil beim Einſchieben des einen Bildes das projizierte von ſelbſt herauswandert. Am häufigſten wird der Wechſelrahmen (zweiſeitige Bildſchieber) benutzt. Er wird von beiden Seiten beſchickt, da er zwei Ausſchnitte (Rähmchen) beſitzt, von welchen abwechſelnd immer eines zur Wechſlung frei iſt. Federn oder über einen Keil gleitende Leiſten heben die Diapoſitive ſo weit aus dem Rahmen, daß ſie gefaßt werden können, oder die Glasbilder werden (z. B. bei den Wechſelrahmen von Unger & Hoffmann in Dresden u. a.) durch einen Eckausſchnitt eingeführt. Der von Plößl in Wien angewendete Vertikaldoppelſchieber ermöglicht leicht die Bedienung des Skioptikons durch eine Perſon. Der Velotrop von J. A. Gordes geſtattet die Wechſlung der vom den Apparat Bedienenden eingeſteckten Bilder durch den Vortragenden ſelbſt, welcher pneumatiſch mittels einer Schlauchleitung und eines Gummiballons jedesmal eine Sperrvorrichtung auslöſt. Der Ariſtotrop von Liefegang iſt als Magazin ausgeſtaltet, welches bis zu 80 Bildern auf einmal aufnimmt; der Transport erfolgt durch eine Kurbel, bei einer andern Form des Apparates, dem Autotrop, durch elektriſchen Antrieb, welcher fungiert, ſobald der Vortragende einen mit dem Apparate durch Schnurleitung verbundenen Kontaktknopf drückt. Dieſe Bilderwechſelvorrichtungen ſind naturgemäß ſehr teuer. Andre multiple Bildträger ſind gleichfalls magazinartig ausgebildet (z. B. der von Unger & Hoffmann in Dresden) oder ſind ſo beſchaffen, daß die Bilder in einer nach Art eines Leporelloalbums geſtalteten Halterkette, die durch die Bildbühne gleitet, eingeſteckt ſind (Simpſon, Thomſon u. ſ. w.). Der Drehſcheibendiapoſitivträger von F. Müller in Tübingen iſt mit vier Rähmchen verſehen und dreht ſich bei jeder Wechſlung um 90°. Die projizierten Bilder fallen nach unten heraus, während ſeitlich das neue Bild eingeſteckt wird. Dagegen wird die Richterſche Wechſeltrommel (von Zeiß in Jena gebaut) von oben beſchickt. Die Doppelſchieberwechſeleinrichtung von Berger beſteht aus zwei Doppelrahmen; beim Einſchieben des einen wird durch Zahnradüberſetzung der andre herausgeſtoßen. Die Scharfeinſtellung wird automatiſch für beide Schieber identiſch bewirkt. Auf dem einen oder andern der beſprochenen Konſtruktionsprinzipien beruhend, gibt es noch eine Unzahl von Bildſchiebern auf dem Markte. — Um Hoch- und Querbilder projizieren zu können, ſind bei den teuern Wechſelvorrichtungen die Rähmchen verdrehbar. Für die verſchiedenen Formate der Laternbilder müſſen beſondere Schieber oder Einlagerähmchen (Wechſelrähmchen) benutzt werden, die in den dann mit einem größeren Ausſchnitt verſehenen Schieber eingeſteckt werden. Im allgemeinen bewähren ſich bei der Projektion die einfacheren Bildſchieber am beſten.

Die **Kamera** (welche bei manchen Apparaten fehlt, was unzweckmäßig iſt; zumindeſt ſollen ſich an deren Stelle lichtdichte Vorhänge befinden) beſteht entweder aus einem ſtarren Metallrohre, das die Verbindung zwiſchen Bildbühne und Objektivträger herſtellt, oder aus einem Leder- oder Stoffbalgen, welcher mit Hilfe von Führungsleiſten und Klemmſchrauben verſtellbar iſt. Die Anwendung eines Balgens oder auch die eines teleſkopiſchen Tubus (Metallauszuges am Objektiv ſelbſt) geſtattet die Benutzung verſchiedener Objektive mit ungleicher Brennweite, was bei nicht ſtabilen Apparaten mitunter wichtig iſt.

Als **Projektionsobjektive** werden zumeiſt Linſenſyſteme nach der Art des Petzvalſchen Porträtobjektivs (vgl. a. Objektive, photographiſche) verwendet, wie ſie z. B. Buſch in Rathenow, Görz in Berlin, Reichert in Wien, Rodenſtock in München, Voigtländer in Braunſchweig und Zeiß in Jena verfertigen. Sehr gute Projektionsobjektive ſind auch die Voigtländerſchen Euriſkope und Anaſtigmate, die Görzſchen Extrarapidlynkeioſkope, Reicherts Solar, Rodenſtocks Projektionsanaſtignare (Monar und Fultar) und Projektionsanaſtigmate u. ſ. w. Die Projektionsobjektivſätze enthalten am Apparate raſch auswechſelbare Syſteme mit verſchiedener Brennweite, desgleichen die Revolverkopfobjektive (z. B. von Müller & Wetzig in Dresden in den Handel gebracht). Zu Projektionszwecken geeignete Objektive müſſen (um keine farbigen Bildränder auf dem Projektionsſchirm zu erhalten) achromatiſch, ferner (damit keine Bildverzerrung eintritt) aplanatiſch gut korrigiert ſein. Die übrigen, bei der Verwendung zu photographiſchen Aufnahmen ſehr ſtörenden Linſenfehler ſind hier von geringer praktiſcher Bedeutung; nur wenn flächige Lichtquellen benutzt werden (und bei epiſkopiſcher Projektion, ſ. unten), liefern vollkommen korrigierte Objektive ſchärfere, beſſere Bilder; ſonſt aber kann von ihnen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wegen ihres sehr hohen Preises abgesehen werden. Die Lichtstärke des Objektivs (das Verhältnis des Linsendurchmessers zur Brennweite) soll möglichst groß sein. Besonders wichtig ist dies bei Benutzung flächiger Lichtquellen; bei punktförmigen genügen wohl auch unter Umständen kurzgebaute Objektive mit kleinerem Linsendurchmesser. Wegen der großen Hitze am Orte der Einschnürung des vom Kondensor kommenden Strahlenkegels (namentlich, wenn eine Kühlkammer fehlt) sind Objektive mit unverkitteten Linsen vorteilhafter. Die Stellung des Objektivs soll in der Regel derart sein, daß Kondensor zusammen mit der ihm zunächst befindlichen Objektivlinse in der Blendenebene des Objektivs (also im Schnittpunkte der Strahlen) ein Bild der Lichtquelle erzeugen (Neuhauß, vgl. [1]). Zur Scharfeinstellung des Bildes muß die Objektivfassung mit Zahntrieb und Stellknöpfen versehen sein; Schiebehülsen sind schlecht. Der vom Kondensor kommende Lichtkegel soll die ihm zugewendete Objektivlinse „decken" (Pizzighelli); sonst ist die Randschärfe des Projektionsbildes mangelhaft, seine Helligkeit ungleichmäßig. Beide Forderungen, nämlich Schneiden der Strahlen in der Objektivblendenebene und genaue Deckung der Vorderlinse seitens des vom Kondensor kommenden Strahlenkegels, lassen sich nur erfüllen, wenn Objektivbrennweite und -linsendurchmesser günstig sind, was immer fast nur bei stabilen Apparaten möglich ist. Die Brennweite F des Objektivs ist abhängig von der Entfernung E des Projektionsschirms und der gewünschten Vergrößerung V des Laternbildes nach der Formel: $F = E : (V + 1)$. Die nachstehende Tabelle (nach Puttemans) gibt ein Bild der Beziehungen von Bildgröße, Schirmabstand und Objektivbrennweite.

Distanz zwischen Skioptikon und Schirm in Metern	Brennweite des Objektivs in Zentimetern													
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	35
	Größe des Bildes in Metern auf dem Schirme für Diapositive von 75×75 mm													
2,0	1,50	1,25	1,07	0,93	0,83	0,75	0,68	0,62	0,57	0,53	0,50	0,47	0,44	0,42
2,5	1,87	1,56	1,33	1,17	1,00	0,93	0,86	0,78	0,72	0,66	0,62	0,58	0,55	0,53
3,0	2,25	1,87	1,60	1,40	1,25	1,12	1,02	0,93	0,85	0,80	0,75	0,70	0,66	0,64
3,5	2,62	2,18	1,87	1,64	1,45	1,31	1,29	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82	0,77	0,75
4,0	3,00	2,50	2,14	1,86	1,66	1,50	1,36	1,24	1,14	1,06	1,00	0,94	0,88	0,84
4,5	3,37	2,81	2,41	2,10	1,84	1,68	1,53	1,40	1,30	1,20	1,12	1,05	0,99	0,96
5,0	3,74	3,12	2,66	2,34	2,00	1,86	1,70	1,50	1,44	1,32	1,24	1,16	1,10	1,06
5,5	4,12	3,43	2,94	2,57	2,29	2,06	1,80	1,71	1,58	1,47	1,38	1,28	1,21	1,17
6,0	4,50	3,74	3,20	2,80	2,50	2,24	2,04	1,86	1,70	1,60	1,50	1,40	1,32	1,28
6,5	4,87	4,05	3,47	3,04	2,70	2,43	2,21	2,02	1,85	1,73	1,62	1,52	1,43	1,39
7,0	5,24	4,36	3,74	3,28	2,90	2,62	2,38	2,18	2,00	1,86	1,74	1,64	1,54	1,50
7,5	5,62	4,68	4,01	3,50	3,11	2,81	2,55	2,33	2,14	1,99	1,87	1,75	1,65	1,60
8,0	6,00	5,00	4,28	3,72	3,32	3,00	2,72	2,48	2,28	2,12	2,00	1,88	1,76	1,68
9,0	—	5,62	4,82	4,20	3,74	3,36	3,06	2,80	2,60	2,40	2,24	2,10	1,98	1,92
10,0	—	—	5,32	4,68	4,00	3,72	3,40	3,12	2,88	2,64	2,48	2,32	2,20	2,12
12,0	—	—	—	5,60	5,00	4,48	4,08	3,72	3,40	3,20	3,00	2,80	2,64	2,56
14,0	—	—	—	—	5,80	5,24	4,76	4,36	4,00	3,72	3,48	3,28	3,08	3,00
16,0	—	—	—	—	—	6,00	5,44	4,96	4,56	4,24	4,00	3,76	3,52	3,36
18,0	—	—	—	—	—	—	6,12	5,60	5,20	4,80	4,48	4,20	3,96	3,84
20,0	—	—	—	—	—	—	—	6,24	5,76	5,28	4,96	4,64	4,40	4,25
25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	7,20	6,60	6,20	5,85	5,51	5,35

Wichtig sind ferner die Beziehungen, welche zwischen Größe und Art des Kondensors und der Brennweite und dem Linsendurchmesser des Objektivs bestehen. Bei zwei Objektiven mit gleichem Linsendurchmesser, aber ungleicher Brennweite erfordert das längerbrennweitige einen Kondensor mit größerer Brennweite oder mit größerem Linsendurchmesser (Neuhauß). Um die günstigsten obenerwähnten Verhältnisse bei verschiedenen Brennweiten und Linsendurchmessern zu schaffen, ist die Verschiebung der Lichtquelle ein sehr geeignetes Mittel. Im allgemeinen sind langbrennweitige und lichtstarke (großen Linsendurchmesser besitzende) Objektive am besten, weil durch solche die günstigste Lichtausnutzung gewährleistet ist. — Um die Lampenhelligkeit in erhöhtem Maße ausnutzen zu können (welcher Aufgabe besonders der Tripelkondensor dient, s. oben), empfiehlt Martin (vgl. [7], 1908) die Anwendung eines Teleobjektivs; und zwar ist dieses umgekehrt anzuordnen, nämlich das positive Vorderglied dem Diapositiv zuzukehren (Projektionsteleobjektive erzeugen z. B. Busch in Rathenow und Rodenstock in München). — Ueber die Optik des Projektionsapparates s. Neuhauß [1] und Pfaundler [7], 1908. — Die Vergrößerung des Laternbildes soll über eine dreißigfache (linear) nur in Ausnahmsfällen (sehr große Säle, besonders starke Lichtquelle) getrieben werden, was bei der Auswahl des Objektivs hinsichtlich seiner Brennweite zu berücksichtigen ist. — Als Objektivverschluß bewährt sich eine gefaßte, in Scharnieren drehbar am Objektiv angebrachte Mattscheibe am besten. Bei den Doppelprojektionsapparaten zur Erzeugung von Nebelbildern (dissolving views), die aus zwei vollkommen gleichen über- oder nebeneinander angeordneten Skioptika (z. B. die von Müller & Wetzig in Dresden) bestehen, welche ihre Lichtkegel übereinstimmend auf den Schirm werfen, sind besondere Verschlüsse, sogenannte Diffolver, angebracht, mittels welcher das allmähliche Verschließen des einen Apparates gleichzeitig mit dem allmählichen Oeffnen des andern (zur Erzielung des im Ineinanderverschwimmen der gewechselten Bilder bestehenden Nebelbildereffekts) bewerkstelligt wird. Dreifache Apparate, die solchen und andern Spielereien dienen, heißen Agiofkope u. s. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Wahl der **Lichtquellen** ist fast immer von den örtlichen Verhältnissen, ferner davon abhängig, ob der Apparat wenigstens stets in den gleichen Lokalitäten benutzt wird oder ob er zu wandern hat. Gebraucht können werden: Oellampen, Petroleumlampen, Acetylengaslicht, Auersches Glühlicht (zur Glut gebracht durch Leuchtgas, vergastes Benzin, Petroleum oder Spiritus, Mitalicht genannt), Kalklicht, Zirkonlicht (wird teils empfohlen, Schmidt, teils verworfen, Neuhauß), elektrisches Glühlicht und elektrisches Bogenlicht. Magnesiumlicht ist wegen der starken Rauchentwicklung, des hohen Preises und des ungleichmäßigen Brennens des Metallbandes schlecht verwendbar. Nachstehende Tabelle (nach W. Sueß) gibt eine Uebersicht über die praktische Helligkeit verschiedener zu Projektionszwecken dienender Lichtquellen; die Werte sind relative, da sie wesentlich durch die Art der Kondensoren, die Aufstellung und Ausdehnung der Lichtquelle, die größere oder geringere Ausnutzung durch das Objektiv u. s. w. beeinflußt werden.

Lichtquellen	Lichtstärke der Lichtquellen in Hefnerkerzen	Lichtstärke im Projektionsapparat mit zweiteiligem Kondensor	Ausnutzung der Lichtstärke in Prozenten	Lichtstärke im Projektionsapparat mit dreiteiligem Kondensor	Ausnutzung der Lichtstärke in Prozenten
Petroleum-Dreidochtlampe	68	46	68	59	87
Stocks Patentpetroleumlampe	100	54	54	69	69
Spiritusglühlicht	237	178	75	194	82
Benzinglühlicht (kleiner Glühstrumpf)	93	78	84	83	89
Gasglühlicht	85	59	69	59	69
Acetylenlicht (zweiflammiger Brenner)	118	118	100	123	104
Acetylenlicht (vierflammiger Brenner)	186	115	62	133	72
Acetylenlicht (zweiflammiger Brenner mit Reflektor)	178	150	84	133	75
Acetylenlicht (vierflammiger Brenner mit Reflektor)	263	214	81	214	81
Kalklicht	705	680	96	792	112
Nernst-Projektionslampe	400	290	73	332	83
Elektrische Glühlampe mit Reflektor	237	178	75	171	72
Schwachstrombogenlampe	237	190	80	277	117
Starkstrombogenlampe	1210	840	69	1176	97

Für kleine Räume genügen elektrisches Glühlicht, Oel- oder Petroleumlampen, Auer- und Acetylenlicht, während für große Räume nur Kalklicht oder elektrisches Bogenlicht verwendet werden soll. Bei elektrischem Glühlicht sollen die üblichen Formen mit langen Glühfäden wegen der dann unvermeidlichen großen Ausdehnung der Lichtquelle nicht genommen werden. Vielmehr sind Lampen mit einem auf kleinem Raum zusammengedrängten, spiralig gewundenen Glühfaden mit einem Hohlspiegelreflektor oder am besten Projektions-Nernst-Lampen zu verwenden. Oel, desgleichen Petroleum, wird in besonders konstruierten Lampen mit zwei bis vier Dochten, deren Schmalseiten dem Kondensor zuzuwenden sind, gebrannt. Sehr gut ist die Stocksche Petroleumlampe. Sehr lästig ist bei den Petroleumlampen der unerträgliche Geruch, welcher entsteht, wenn die Lampe nicht sorgfältig gewartet und der Luftzug schlecht reguliert ist. Auerlicht, namentlich in Orten mit Leuchtgas, ist für Projektionen in kleinem Kreise und bei mäßiger Vergrößerung sehr geeignet. In neuerer Zeit wird versucht, auch das mit halbkugeligem Glühkörper versehene Graetzinlicht, ferner das Kramerlicht u. s. w. für Projektionszwecke zu adaptieren. Acetylengaslicht eignet sich gleichfalls nur für Projektion in kleinem Maßstabe. Seine Benutzung ist mitunter von sehr unangenehmem Geruche begleitet und erfordert stets lästige Reinigungsarbeiten. Es kommen für Projektionszwecke besondere Gasentwicklungsapparate (z. B. die von Liesegang in Düsseldorf, Müller & Wetzig in Dresden, Engelmann in Wien, Unger & Hoffmann in Dresden) in den Handel. Sehr vorteilhaft ist die Verwendung der Acetylendissous von Krücke in Wien, bei welchen das unter 12 Atmosphären Druck komprimierte, in Aceton gelöste Gas in mit Holzkohle und porösem Zement gefüllten Stahlflaschen gebrauchsfertig untergebracht ist. Ein zweiflammiger Brenner mit Reflektor ist ausreichend, weil mehrere Flammen (hintereinander angebracht; sie nebeneinander anzubringen verbietet die Ausdehnung) infolge Undurchlässigkeit der vorderen Flammen für das von den hinteren kommende Licht zwecklos sind. Die Verwendung des Drummondschen Kalklichtes stößt heute, da sehr verbesserte Einrichtungen hierfür vorhanden sind, auf so wenig Schwierigkeiten, daß es für Projektionen in großem Maßstabe als vorzügliche Lichtquelle gelten kann, sofern elektrisches Bogenlicht nicht zu Gebote steht. Die zur Versetzung des Kalkkörpers (gewöhnlich ein Kalkzylinder, der während des „Brennens" verschoben werden muß, weil Defekte entstehen) in Weißglut nötige, sehr heiße Stichflamme erhält man dadurch, daß man Sauerstoff (welchen man am besten fertig in stählernen „Bomben", z. B. von der Sauerstoffabrik Berlin, G. m. b. H., bezieht; über Selbstherstellung von Sauerstoff und Wasserstoff s. [3]) in brennenden Wasserstoff (dieser kann ebenfalls komprimiert in Stahlflaschen, welche sich von den mit Sauerstoff gefüllten durch andre Anstrichfarbe und verkehrtes Verschlußgewinde unterscheiden sollen), brennendes Leuchtgas, Gasolin, brennende Aether- oder Spiritusdämpfe einströmen läßt. Man benutzt besondere Sicherheitsbrenner, Vergaserdosen, Gasmischer u. s. w.; an den „Bomben" Reduzierventile, Arbeitsmanometer und Inhaltsmesser (viel verwendet wird der Kalklichtbrenner von Dräger). Die vorzüglichste Lichtquelle

für Projektionsapparate ſtellt unter allen Umſtänden das elektriſche Bogenlicht dar. Man kann eine der gewünſchten Vergrößerung entſprechende, faſt beliebig große Lichtſtärke erzielen, die Wartung iſt ſehr einfach, und endlich iſt dieſe Lichtquelle eine annähernd punktförmige. Hierbei iſt Gleichſtrom zur Speiſung dem Wechſelſtrom weit überlegen. Bei gleicher Stromſtärke liefert Gleichſtrom ein weit kräftigeres Licht, die Lampen brennen ohne Geräuſch, und man hat es nicht wie beim Wechſelſtrom mit zwei gleichſtark leuchtenden Kohlenſpitzen zu tun. Die ſpeziell für Projektionszwecke konſtruierten Bogenlampen ſind ſehr zahlreich und mannigfaltig. Im allgemeinen ſind Lampen mit Handregulierung denen mit Selbſtregulierung, welche Geräuſch verurſachen und gegen Stromſchwankungen ſehr empfindlich ſind, vorzuziehen. Von Bogenlampen mit automatiſcher Regulierung für Projektionszwecke wären die Hefner-Alteneckſche Kontaktlampe, die Schuckertſche Selbſtregulierlampe (an den großen Apparaten von Ernecke, dann von Fueß in Berlin, von Kohl in Chemnitz, Krüß in Hamburg, Leybold in Cöln u. a. oft benutzt) und die von Stöhrer in Leipzig zu nennen. Von Bogenlampen mit Handregulierung, welche zumeiſt für Gleichſtrom und Wechſelſtrom brauchbar ſind (bei automatiſcher Regulierung iſt dies nicht angängig), mögen die von Köhler in Münſterſtadt, Liefegang in Düſſeldorf, Müller & Wetzig in Dresden, Reichert in Wien Erwähnung finden. — Die Lampen ſollen dreierlei Stellvorrichtungen beſitzen: eine zum Stellen der Kohlen, eine zum Heben oder Senken der Lampe, endlich die dritte zum Verdrehen der Lampe um ihre vertikale Achſe. Mit großen Unbequemlichkeiten iſt die leider häufig anzutreffende Einrichtung verknüpft, daß behufs Regulierung der Lampe in den Kaſten ſelbſt hineingelangt werden muß. Die Stellſchrauben ſollen deshalb mit langen Spindeln außerhalb des Kaſtens geführt werden. Vorzüglich iſt die von Plößl in Wien, dann von Müller & Wetzig in Dresden u. a. angewendete, an der Außenſeite des Kaſtens herabhängende endloſe Schnur oder Kette (mit Friktionsrolle oder Zahnrad) zur Regulierung der Kohlenſtellung. Gleichſtromlampen ſtellt man zumeiſt ſchräg, mit etwas vorgezogener unterer Kohle (alſo der negativen Homogenkohle), damit der das hauptſächlichſte Licht ſpendende Krater der oberen poſitiven Dochtkohle ſich derart bildet, daß die Ausſtrahlung gegen den Kondenſor möglichſt günſtig ſich geſtaltet. Um dies faſt vollkommen zu erreichen, ordnen an einzelnen Apparaten Leitz in Wetzlar, Reichert in Wien (ferner Goldhammer und Ariſton, dann Bechſtein bei ihren Lampen) die poſitive Dochtkohle vollkommen horizontal und die negative unten rechtwinklig vertikal an. — Die Stromſtärke ſchwankt zwiſchen 1,5 Ampère bei den Liliputlampen (z. B. von Krüß in Hamburg in beſonderen Apparaten mit kurzbrennweitigen Beleuchtungslinſen verwendet) bis zu etwa 60 Ampère, welche in ſehr großen Sälen für „Rieſenprojektionen“ notwendig werden. — Die Lichtquelle ſoll genau in die optiſche Achſe der Beleuchtungslinſe zu liegen kommen. Sehr günſtig für die Lichtverhältniſſe iſt es, wenn die Lichtquelle im Brennpunkte der ihr zunächſt befindlichen Beleuchtungslinſe (Hinterlinſe) eines zweiteiligen Kondenſors, bei einem einteiligen in einer der doppelten Brennweite gleichen Entfernung angeordnet iſt. Die gute Zentrierung der Lichtquelle iſt ungemein wichtig; andernfalls iſt das Projektionsfeld ungleich erleuchtet. Steht die Lichtquelle zu weit nach links oder nach rechts, zu hoch oder zu niedrig, ſo zeigen ſich an den entſprechenden Seiten der Lichtſcheibe auf dem Schirme ſichelförmige bläuliche Schattenhalbringe; ſteht ſie dem Kondenſor zu nahe, gibt es im Lichtkreiſe ein dunkleres bläuliches Zentrum oder einen Ring, ſteht ſie zu weit ab von den Beleuchtungslinſen, einen rötlichen, ringförmigen Randſchatten.

Der beſte **Projektionsſchirm** für Auffichtsprojektion iſt eine gegipſte oder mattweiß geſtrichene Saalwand. Iſt eine ſolche nicht vorhanden, benutzt man in der Regel nahtloſe Schirtingvorhänge, die bis zu 6 × 6 m Größe erhältlich ſind. Solche aus Leinwand ſind ſehr teuer. Zum Spannen dienen zuſammenlegbare Geſtelle oder bei ſehr großen Schirmen Spannwinden, welche eventuell elektromotoriſch betrieben werden. Nur bei kleinen Schirmen genügt die einfache, durch eine Stange beſchwerte Rolle. Zur Erhöhung der Reflexionsfähigkeit beſtreicht man die Vorhänge auf beiden Seiten mit Zinkweißleimfarbe (z. B. Waſſer 10, gequollener weißer Leim 1, Glyzerin 1, Zinkweiß 2) und überpudert vor völligem Trocknen mit feinſtgeſchlämmter Kreide. Gut verwendbar iſt auch weißes Kupferdruckpapier, das man auf Stoff ſpannt. Auf der blanken Seite verſilberte Mattſcheiben können wegen des ſehr hohen Preiſes und des großen Gewichtes nur hie und da bei kleinem Formate in Betracht kommen. Für Theaterzwecke wird das Bild mitunter auf weißen Waſſerdampf u. dergl. projiziert. — Für durchfallende Projektion (welche ſehr ungünſtig iſt) mit hinter dem Schirme aufgeſtelltem Apparat beſteht der Schirm aus Pausleinen, Mattglas, mit Paraffin oder dergl. getränktem Papier u. ſ. w.

Die **Projektionsbilder** ſind in dreierlei Format üblich: 1. 8,2 × 8,2 oder 8,5 × 8,5 cm, ſogenanntes engliſches Format, welches am weitaus häufigſten benutzt wird; 2. 8,5 × 10 cm, ſogenanntes franzöſiſches Format, das ſeltener anzutreffen iſt, obwohl es wegen mannigfacher Vorteile von einigen der bedeutendſten Firmen als Normalformat angenommen wurde; 3. 9 × 12 cm, welche Größe als deutſches Format einzuführen man vielfach beſtrebt iſt (vgl. [1], [2], [7] 1900, ferner Herfner, „Skioptikon“ 1904). — Laternbilder für alle möglichen, den verſchiedenen Unterrichtsfächern oder der Unterhaltung dienenden Vorführungen werden in umfangreichem Maße gewerbsmäßig von vielen Firmen verkauft oder auch verliehen (ſ. Literaturnachweis und [2]). — Seit der Erfindung der Photographie benutzt man faſt ausſchließlich photographiſch erzeugte Diapoſitive als Laternbilder. Hierbei ſind die gewöhnlichen Bromſilbergelatinetrockenplatten wegen des verhältnismäßig groben Korns und der nicht glasklaren Lichter ſchlecht geeignet. Auch Kollodium- und Albuminplatten werden ſeltener gebraucht. Zumeiſt verwendet man die von vielen Firmen erzeugten Diapoſitivplatten mit Chlorbromſilbergelatineemulſion (das Verhältnis vom Chlorſilber zum Bromſilber kann derart variiert werden, daß man kontraſtreich, hart oder zart, weich kopierende Platten erhält) oder der weniger empfindlichen Chlorſilbergelatineemulſion (dieſe erfordert wegen ihrer außerordentlichen Lichtdurchläſſig-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

keit Schutz gegen die Entſtehung von Lichthöfen; ſehr gut ſind die Ifolarplatten der Aktiengeſellſchaft für Anilinfabrikation in Berlin). Am beſten iſt es, die Originalaufnahme im Format des Laternbildes zu machen, damit man danach unmittelbar ein ſolches durch einfaches Kopieren erhalten kann. Zu dieſem Zwecke legt man das fertige Negativ in einen photographiſchen Kopierrahmen, die Bildſeite nach oben, und darauf mit der Schichtſeite die Diapoſitivplatte, ſtellt das Ganze etwa 50 cm vor einer Petroleumlampe, einem Auerbrenner oder einer elektriſchen Glühlampe in einer Dunkelkammer auf und läßt dieſes Licht je nach der Empfindlichkeit der Diapoſitivplatte, Helligkeit des Lichtes und Dichte des Negativs 2—100 Sekunden wirken, indem man zuerſt den Kopierrahmen mit dem zu kopierenden Bilde mit einem ſchwarzen Pappdeckel zudeckt, den man, wenn alles in Ordnung iſt, plötzlich wegnimmt, um das Licht wirken zu laſſen, und ebenſo plötzlich wieder vorſetzt, wenn die Expoſition vorbei iſt. Die durch das Negativ in dieſer Weiſe belichtete Platte wird dann in der herkömmlichen Weiſe entwickelt (ſ. Photographie, ferner [11]—[15]) und fertiggemacht, das Format, wenn nötig, zugeſchnitten und am beſten durch Aufdecken einer gleichgroßen dünnen Spiegelſcheibe geſchützt. Beide Scheiben (ſie ſollen dünn und ſtets gleichdick ſein, um zu vermeiden, daß fortwährend bei der Projektion neuerlich ſcharf eingeſtellt werden muß; zur Verhinderung des Entſtehens Newtonſcher Farbenringe empfiehlt ſich das Zwiſchenlegen eines Papierrähmchens; ausgezeichnet iſt das Verkitten beider Platten mit Kanadabalſam, welches auch das Anlaufen der Bilder unmöglich macht) klebt man mittels ſchmaler Stoffſtreifen zuſammen. Aufnahmen, größer als 9×12 cm, müſſen photographiſch verkleinert werden, was wenig günſtig iſt. Wichtig iſt bei Herſtellung ſolcher poſitiver Bilder für das Skioptikon die richtige Expoſitionszeit. Dieſelbe muß ſo lang ſein, daß das Licht auch durch die dunkeln Stellen des Negativs dringen und die darin ſichtbaren Einzelheiten wiedergeben kann. Auf der andern Seite darf aber die Belichtung keine zu lange ſein, ſonſt dringt das Licht auch durch die Stellen, die im Poſitiv hell bleiben ſollten, ſo daß dieſe an Transparenz einbüßen. — Die Laternbilder, namentlich die auf Chlorbromſilbergelatineplatten, können leicht braun, grün, blau und in verſchiedenen Nuancen getont werden. Es gibt auch Auskopierplatten mit Chlorozitratemulſion; ferner können Laternbilder mittels Chlorſilberkollodiumauskopierpapier mit abziehbarer Schicht (die Kopien werden in derſelben bequemen Weiſe wie ſonſt hergeſtellt und auf die mit Eiweiß dünn übergoſſenen Glasplatten wie Abziehbilder abgezogen), mittels Pigmentdrucks (ſ. d.), der Pinatypie (ſ. d.) u. ſ. w. erzeugt werden. — Lackieren der Bildſchicht macht dieſe haltbarer und brillanter. — Laternbilder können auch mittels Glasradierung (ſ. Radierverfahren), ferner durch Bezeichnen und Bemalen von Pauspapier, Gelatinefolien, fein doucierten oder lackierten (Maſtix 5, Dammar 8, Alkohol 30) Glasplatten oder aus fixierten unbelichteten photographiſchen Trockenplatten gewonnen werden. Für große Auflagen desſelben Sujets werden Seidenpapier- (nachher mit Kanadabalſam durchſichtig zu machen), Gelatine- oder Celluloidblättchen bedruckt. Abziehbilder gebraucht man gewöhnlich nur für als Spielzeug dienende Laternen. Die Intenſität (Dichte) der Laternbilder hat ſich nach der Lichtſtärke des Projektionsapparates zu richten. Für lichtſchwache Inſtrumente (Petroleumſkioptika) bedarf man dünner, mehr durchſcheinender Bilder, erheblich dichterer für Knallgas, noch dichterer für elektriſches Licht. Das Kolorieren von Skioptikonbildern verlangt Uebung in der Verwendung von Farben. Am bequemſten ſind die in Waſſer löslichen Teerfarben: Azorubin, Waſſerblau, Malachitgrün, Patentblau, Erythroſin, Indigokarmin, Eoſin, Pikrinſäure, Martinsgelb u. ſ. w., welche mit etwas Gummi verſetzt auf die Gelatineſchicht des Bildes aufgetragen werden. Oefters iſt es angezeigt, die Schicht vorher durch eine Minute langes Eintauchen in Waſſer anzufeuchten, dann mit Löſchpapier abzutrocknen und nachher zu kolorieren oder die Platten in einem 5prozentigen Formalinbade zuerſt zu härten und dann nach völligem Trocknen mit filtrierter Eiweißlöſung, der Ammoniak zugeſetzt wurde, zu übergießen. Das Kolorieren wird ſehr ſtark bei Films für Kinematographen benutzt.

Für die **Projektion in natürlichen Farben** kommen die nach dem Dreifarbenſyſteme (ſ. Dreifarbenphotographie) mittels Pigmentdrucks (ſ. d.) oder Pinatypie (ſ. d.) erzeugten Diapoſitive, dann nach Jolys Verfahren erzeugte Farbenbilder oder Autochromdiapoſitive (ſ. Photographie und [14]) zunächſt in Betracht. Die letztgenannten geben die vollkommenſten Reſultate, können leider aber nur bei ſehr ſtarker Lichtquelle mit Erfolg verwendet werden. Auf additivem Wege ſind ſehr ſchöne Bilder durch die Verwendung eines aus drei kompletten Laternen kombinierten Projektionsapparates (die Achſen der drei Laternen müſſen auf dem Projektionsſchild zuſammenfallen), wie ihn Lumière, Miethe und Donath (gebaut von Ernecke in Berlin) u. ſ. w. konſtruierten, dann des Ivesſchen Chromomegaſkops (vgl. Chromoſkop) mit nur einer Lichtquelle zu erreichen. Die Projektion Woodſcher Bilder, bei welchen die Interferenz-(Schein-)farben durch Beugung zuſtande kommen, ferner die von Lippmannſchen (ſ. Photographie) kommt nur ſehr ſelten in Frage.

Für **ſtereoſkopiſche Projektion** kommen die Methoden, bei denen mittels eines Doppelprojektionsapparates die beiden Halbbilder (links und rechts) nebeneinander auf den Schirm geworfen und dieſe von den Beſchauern durch Benutzung von Stereoſkopbrillen betrachtet werden, wegen der Koſtſpieligkeit kaum in Betracht. Desgleichen auch andre, bei welchen noch kompliziertere (vgl. [7]) Apparate und Vorgänge notwendig ſind. Am einfachſten durchführbar iſt noch die Methode mit Anaglyphen. Zwei Glasſtereoſkopbilder, das eine in roter, das andre in blauer Farbe mittels des Pigmentdrucks verfertigt, werden auf ein und dieſelbe Stelle projiziert. Es zeigt ſich dem unbewaffneten Auge ein wirres Durcheinander von roten und blauen Bildſtellen; ſobald man aber eine Brille aufſetzt, die links aus rotem, rechts aus blauem Glaſe beſteht, ſo erſcheinen die blauen Teile hinter dem blauen Glaſe weiß, machen alſo gar keinen Eindruck, die roten Teile dagegen kräftig ſchwarz. Ebenſo erſcheinen die roten Bildſtellen durch rotes Glas als weiß, die blauen dagegen kräftig ſchwarz. Hat man demnach das rechte Stereobild rot gefärbt und ſetzt auf das rechte Auge ein blaues Glas, ſo ſieht dieſes nur das für das rechte Auge beſtimmte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bild. Hat man dagegen das für das linke Auge bestimmte Bild blau gefärbt und betrachtet es durch ein vor das linke Auge gehaltenes rotes Glas, so sieht das linke Auge nur das linke Stereobild.

Die **episkopische Projektion**, auch megaskopische genannt, das ist die von undurchsichtigen Gegenständen, hat in neuerer Zeit eine Wichtigkeit erlangt, die nicht immer ganz gerechtfertigt erscheint. Gewisse Vorzüge, die man an ihr rühmt, sind nicht stichhaltig (z. B. der der Billigkeit, weil die Anfertigung von Diapositiven entfallen könne; dieser Umstand wird durch die hohen Brennkosten der notwendigen sehr starken Lampe, die mangelhafte Deutlichkeit des Bildes u. s. w. mehr als wettgemacht). In der Regel läßt man bei der episkopischen Projektion das Licht durch einen entsprechend gewinkelten Spiegel auf den undurchsichtigen Gegenstand fallen, und die von diesem reflektierten Lichtstrahlen wirft das Objektiv auf den Schirm. Der große Lichtverlust, der hierbei fast immer stattfindet, läßt die episkopische Projektion nur bei Verwendung sehr starken Bogenlichtes, guter Kondensoren und sehr lichtstarker, vollkommen korrigierter (daher sehr teurer) Objektive rätlich erscheinen. Zu vielen der größeren Skioptika kann auch eine Einrichtung für die Projektion undurchsichtiger Gegenstände (Episkopvorsätze) bezogen werden. Es kommen zweierlei Prinzipe zur Anwendung: 1. der schräg aufrechtstehende Gegenstand wird durch das vom Kondensor kommende Licht unmittelbar beleuchtet und vom Objektiv abgebildet (Megaskop), oder 2. das parallele, von einem schräggestellten Spiegel kommende Licht trifft auf den horizontal liegenden Gegenstand, welcher es nach oben in das vertikal angeordnete Objektiv reflektiert; das aus diesem austretende optische Bild wird schließlich von einem schräggestellten Spiegel auf den Schirm geworfen (Episkop). — Beim sowohl für diaskopische wie namentlich für episkopische Projektion bestimmten Epidiaskope von Zeiß in Jena, das sich durch sehr große Lichtstärke auszeichnet, wird das Licht einer horizontal angeordneten Bogenlampe (für 30—50 Ampère) auf einen parabolischen Neusilberhohlspiegel (beide von Körting & Mathiesen in Leutzsch-Leipzig) und von diesem achsenparallel nach vorn durch die große Kühlkammer (mit stetem Wasserwechsel und 15 l Inhalt) auf einen Spiegel I, von diesem auf den horizontal liegenden Gegenstand (Zeichnung, Papierbild u. s. w.) geworfen, der es in das oben vertikal befindliche Objektiv reflektiert, um schließlich von einem Bildumkehrspiegel auf den Schirm projiziert zu werden. Für Projektionen im durchfallenden Lichte wird der Spiegel I zurückgeschoben; das Licht fällt dann von ihm steil nach abwärts auf einen ganz unten befindlichen Spiegel samt Rauchglas, von ihm steigt es wieder vertikal empor durch eine horizontal liegende Plankonvexlinse und das darübergelegte Diapositiv zum Objektiv. Der Apparat läßt bei episkopischer Projektion eine 37fache, eine noch weit höhere Vergrößerung bei diaskopischer zu, ist dagegen für die Vorführung physikalischer Versuche oder mikroskopische Projektion nicht verwendbar. Dagegen sind der „große Projektionsapparat" derselben Firma sowie die großen, von vielen der im Literaturnachweise angeführten Firmen gebauten Universalprojektionsapparate für diaskopische, episkopische, mikroskopische Projektionen, ferner zumeist auch (kombiniert mit einer optischen Bank, Mikroskopansätzen, Spaltschirmen, Prismen, Galvanoskop, Polarisator und Analysator u. s. w.) für die Vorführung von optisch-physikalischen und chemischen Versuchen verwendbar. Endlich sind eine Menge den genannten Sonderzwecken dienender Spezialapparate im Handel erhältlich. — Bei der Projektion von Vorgängen, die sich in Gefäßen, welche mit Flüssigkeiten gefüllt sind, abspielen (die Küvetten werden an die Stelle der entfernten Bildbühne, knapp vor dem Kondensor gebracht) und ähnlicher nur aufrecht anordenbarer Objekte soll ein Umkehrprisma benutzt werden, damit das Projektionsbild richtig ist. — Ueber die Verwendung des Projektionsapparates in den verschiedenen Lehrfächern s. [2]. — Zur Vorführung lebender Bilder erzeugen M. Kohl in Chemnitz, Müller & Wetzig und Unger & Hoffmann in Dresden, Ed. Liesegang in Düsseldorf u. s. w. Kinematographvorsätze, die an jedem Projektionsapparat angebracht werden können. Vgl. a. Kinematograph.

Literatur: [1] Neuhauß, R., Lehrbuch der Projektion, 2. Aufl., Halle a. S. 1908. — [2] Hassak, Karl, und Rosenberg, Karl, Die Projektionsapparate, Laternbilder und Projektionsversuche in ihren Verwendungen zum Unterricht, Wien 1907. — [3] Liesegang, Paul, und Berghoff, V., Die Projektionskunst für Schulen, Familien und öffentliche Veranstaltungen, 11. Aufl., Leipzig 1906. — [4] Stein, Die optische Projektionskunst im Dienste der exakten Wissenschaften, Halle a. S. 1887. — [5] Kalß, A., und Illenberger, Th., Der Projektionsapparat mit Episkop als Lehrmittel für Volks- und Bürgerschulen, Wien 1907. — [6] Classen, J., Zwölf Vorlesungen über die Natur des Lichts, Leipzig 1904. — [7] Eder, J. M., Jahrbuch für Photographie und Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1887 ff. — [8] Wolf-Czapek, K., Die Kinematographie, Dresden 1908. — [9] Liesegang, F. Paul, Handbuch der praktischen Kinematographie, Leipzig 1907. — [10] Schmidt, H., Anleitung zur Projektion photographischer Aufnahmen und lebender Bilder, Berlin 1901. — [11] Schnauß, Hermann, Diapositive, 4. Aufl., Dresden 1903. — [12] Mercator, G., Die Diapositivverfahren, Halle a. S. 1897. — [13] Hanneke, Die Herstellung von Diapositiven, Berlin 1904. — [14] Hübl, Artur Freiherr v., Theorie und Praxis der Autochromplatte, Halle a. S. 1908. — [15] Eder, J. M., Rezepte und Tabellen für Photographie, 7. Aufl., Halle a. S. 1908. — [16] Leblanc, Réné, Les projections lumineuses à l'école, aux cours du soir et en famille, Paris 1904. — [17] Trutat, E., Traité général des projections, Paris 1902. — Vgl. ferner die Kataloge von: F. Ebeling in Wien, F. Ernecke in Berlin, Heinr. Ernemann in Dresden, R. Fueß in Berlin-Steglitz, R. Hüttig & Sohn in Dresden, Joh. Jersche in Graz, Max Kohl in Chemnitz, Internationale Kinematographengesellschaft in Berlin, H. Kretzschmar in Dresden, A. Krüß in Hamburg, R. Lechner in Wien, E. Leitz in Wetzlar, E. Leybolds Nachf. in Cöln, Ed. Liesegang in Düsseldorf, Meßters Projektion in Berlin, Gebr. Mittelstraß in Magdeburg, Müller & Wetzig in Dresden, A. Pichlers Witwe & Sohn in Wien, C. Reichert in Wien, G. Rodenstock in München, F. Schmidt & Haensch in Berlin, Dr. F. Stödtner in Berlin, Dr. Stöhrer & Sohn in Leipzig, Romain Talbot in Berlin, Unger & Hoffmann in Dresden, Voigtländer & Sohn in Braunschweig, Karl Zeiß in Jena. *A. W. Unger.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Projektionsebene, f. Projektionslehre.

Projektionslehre, derjenige Teil der angewandten Geometrie, welcher lehrt, die Projektion eines im Raume befindlichen Gebildes auf eine beſtimmte Ebene (die Projektionsebene, Pr.-Eb.) zu beſtimmen (ſ. a. Abbildung, Geometrie, darſtellende).

Techniſch wichtig ſind die folgenden Projektionsarten:

1. Man verbindet die ſämtlichen Punkte eines Gegenſtandes mit einem im Raume beliebig gewählten Punkte und ermittelt die Durchſchnittspunkte aller Verbindungslinien mit der Projektionsebene. Man erhält eine Zentralprojektion des Gegenſtandes auf die Projektionsebene. Der Punkt, durch den alle die vorhin genannten Verbindungslinien hindurchgehen, heißt das Projektionszentrum, die Verbindungslinien ſind die Projektionsſtrahlen oder die Projizierenden.

2. Man zieht durch alle Punkte des Gegenſtandes parallele Projektionsſtrahlen zu einer vorgegebenen Richtung und beſtimmt die Schnittpunkte dieſer Linien mit der Projektionsebene. Man erhält eine Parallelprojektion des Gegenſtandes, und zwar eine rechtwinklige oder orthogonale, wenn die Projektionsſtrahlen ſenkrecht auf der Projektionsebene ſtehen, und eine ſchiefwinklige oder klinogonale, wenn dies nicht der Fall iſt.

Rechtwinklige Parallelprojektion. Zur Beſtimmung der Projektion eines Gegenſtandes genügt eine Projektionsebene; denn in dieſem Falle hat man nur nötig, von allen Punkten des Gegenſtandes Senkrechte zur Projektionsebene zu fällen und deren Fußpunkte in derſelben Reihenfolge zu verbinden, wie die Punkte im Raume verbunden ſind; man erhält hierdurch eine rechtwinklige Projektion des Gegenſtandes auf die Projektionsebene. Umgekehrt iſt aber durch eine einzige Projektion eines Gegenſtandes deſſen Lage im Raume noch nicht beſtimmt; hierzu iſt vielmehr noch nötig, entweder den Abſtand einer Anzahl ſeiner Punkte von der Projektionsebene oder aber noch eine zweite rechtwinklige Projektion desſelben Gegenſtandes auf eine zweite Projektionsebene zu kennen. Beide Arten des Projektionsverfahrens finden in der Tat Verwendung. Bei dem erſtgenannten Verfahren gibt man ſich jeden Punkt im Raume durch ſeine rechtwinklige Projektion auf eine Projektionsebene und außerdem ſeinen Abſtand von der letzteren, wobei für dieſen Abſtand noch zu bemerken iſt, nach welcher Seite der Projektionsebene er abgetragen werden muß. Dieſe Projektionsmethode findet praktiſche Verwendung bei Terraindarſtellungen, z. B. in topographiſchen Karten, indem man ſich den darzuſtellenden Gegenſtand durch gleichweit voneinander abſtehende, zur Projektionsebene parallele Ebenen durchſchnitten denkt und die Projektionen dieſer Schnittlinien herſtellt. Man erhält dann in der Projektionsebene eine Reihe von Linien, mittels welcher ſich auf die Geſtalt des Gegenſtandes ſchließen läßt. Den Abſtand eines Punktes von der Projektionsebene drückt man entweder durch eine Strecke oder aber durch eine Maßzahl aus, und man nennt dieſe die Kote des Punktes. In Fig. 1 iſt durch eine Anzahl von horizontalen Schnitten ein Terrainabſchnitt dargeſtellt. Dieſe Schnitte heißen Niveaulinien, und zwar, weil die Entfernungen ihrer Ebenen untereinander gleich ſind, äquidiſtante Niveaulinien. Die ihnen beigefügten Zahlen bezeichnen die Abſtände der Ebenen der Niveaulinien von der Projektionsebene. Mittels einer vertikalen Schnittebene iſt ein Profil durch den Terrainabſchnitt dargeſtellt.

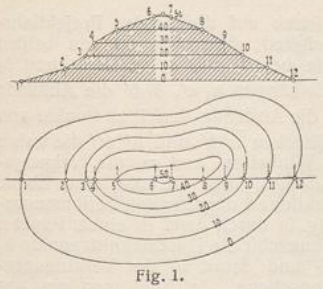


Fig. 1.

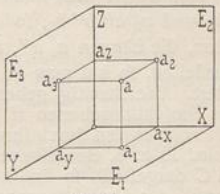


Fig. 2.

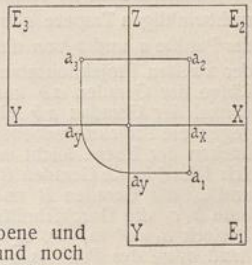


Fig. 3.

Hat man zwei Projektionsebenen, ſo erhält man von einem Gegenſtand auf jeder Projektionsebene eine rechtwinklige Projektion, und es läßt ſich hieraus auf die Lage des räumlichen Gegenſtandes zu den Projektionsebenen ſchließen. Iſt z. B. ein Punkt a (Fig. 2) im Raume gegeben und ſind a_1 und a_2 ſeine Projektionen auf die Projektionsebenen E_1 und E_2, ſo denkt man ſich die beiden Projektionsebenen in eine einzige Ebene, die Zeichnungsebene, gelegt (Fig. 3); dann erſcheint die Schnittlinie der beiden Projektionsebenen als die Projektionsachſe X, und die beiden Projektionen a_1 und a_2 eines Punktes a im Raume liegen auf einer Senkrechten zur X-Achſe. Dabei bezeichnen die Entfernungen der Projektionen a_1 und a_2 von der X-Achſe die Entfernungen des Punktes a von den Projektionsebenen E_2 und E_1, und zwar gibt die Strecke $\overline{a_1 a_x}$ den Abſtand des Punktes a von der zweiten, die Strecke $\overline{a_2 a_x}$ den Abſtand von a von der erſten Projektionsebene an. Hierbei iſt es üblich, die erſte Projektionsebene E_1 als horizontal, die zweite Projektionsebene E_2 als vertikal vorauszuſetzen. Man bezeichnet die Projektion eines Gegenſtandes auf die Projektionsebene E_1 als ſeine Horizontalprojektion oder ſeinen Grundriß, die Projektion auf E_2 aber als die Vertikalprojektion oder den Aufriß. Manchmal benutzt man zur näheren Darſtellung eines Gegenſtandes noch eine dritte Projektionsebene E_3, welche auf den beiden Projektionsebenen ſenkrecht ſteht und dann Seitenebene oder Kreuzrißebene heißt; die Projektion auf ſie iſt ein Seitenriß oder ein Kreuzriß des Gegenſtandes (ſ. Fig. 2 und 3).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Elemente der Darſtellung durch Projektion ſind der Punkt, die gerade und die krumme Linie, die ebene Fläche und der von ebenen oder krummen Flächen begrenzte Körper. — Ein Punkt projiziert ſich ſtets wieder als ein Punkt, eine Gerade in der Regel wieder als Gerade, falls ſie auf einer Projektionsebene ſenkrecht ſteht, als ein Punkt. Eine krumme Linie hat im allgemeinen als Projektion wieder eine krumme Linie; nur wenn die Kurve eben iſt und ihre Ebene ſenkrecht zu einer Projektionsebene ſteht, iſt die Projektion auf dieſe Ebene geradlinig. Die Projektion eines Körpers iſt gebildet durch einen beſtimmten Teil der Projektionsebene, die Begrenzungslinie der Projektion bildet den ſcheinbaren Umriß des Körpers. Bei der ebenen Fläche wird man im allgemeinen von einer eigentlichen Projektion nicht ſprechen können, weil, wenn die Ebene gegen beide Projektionsebenen beliebig geneigt iſt und als unbegrenzt vorausgeſetzt gedacht wird, jeder Punkt der Projektionsebene als Projektion eines Punktes der Ebene angeſehen werden kann. Nur wenn die Ebene auf einer Projektionsebene ſenkrecht ſteht, kann ihr Schnitt mit dieſer Ebene als Projektion auf letztere aufgefaßt werden. Iſt die Ebene gegen beide Projektionsebenen beliebig geneigt, ſo wird ihre Lage gegen die Projektionsebene feſtgeſetzt werden durch gewiſſe Beſtimmungsſtücke, welche ihr angehören. Solche Beſtimmungsſtücke ſind beiſpielsweiſe drei nicht in einer geraden Linie liegende Punkte, zwei ſich ſchneidende oder zwei parallele Gerade, eine Gerade und ein nicht auf ihr liegender Punkt u. ſ. w.

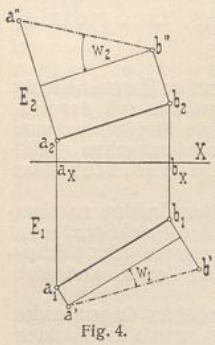


Fig. 4.

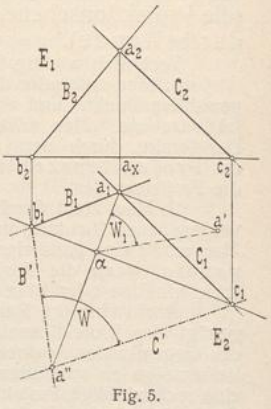


Fig. 5.

In der Fig. 4 iſt eine Gerade $a\,b$ durch ihre Projektionen auf die beiden Projektionsebenen E_1 und E_2 dargeſtellt; es unterliegt keiner Schwierigkeit, ihre Lage zu den beiden Projektionsebenen zu ermitteln. Konſtruiert man nämlich die bei a_1 und b_1 bezw. a_2 und b_2 rechtwinkligen Trapeze $a_1\,a'\,b'\,b_1$ und $a_2\,a''\,b''\,b_2$, ſo daß die Längen $\overline{a_1\,a'}$, $\overline{b_1\,b'}$ die Abſtände der Punkte a und b von der erſten, die Längen $\overline{a_2\,a''}$, $\overline{b_2\,b''}$ die Abſtände derſelben Punkte von der zweiten Projektionsebene darſtellen, ſo hat man in den Strecken $\overline{a'\,b'}$ und $\overline{a''\,b''}$ die wahre Länge der Geraden $a\,b$ konſtruiert. Gleichzeitig geben die Winkel w_1 und w_2 die Neigungswinkel der Geraden $a\,b$ mit den Projektionsebenen E_1 und E_2 an. Auch die Lage einer Ebene gegen die Projektionsebenen läßt ſich aus den durch ihre Projektionen dargeſtellten Beſtimmungsſtücken der Ebene leicht ermitteln. Iſt z. B. eine Ebene (ſ. Fig. 5) durch zwei in einem Punkt a ſich ſchneidende Geraden B und C dargeſtellt, ſo findet man zunächſt die Durchſchnittspunkte b_1 und c_1 der Geraden B und C mit der Projektionsebene E_1 und damit in der Verbindungslinie $b_1\,c_1$ die Durchſchnittslinie der Ebene mit der Projektionsebene. Zeichnet man nun das Dreieck $a_1\,\alpha\,a'$ ſo, daß $a_1\,\alpha$ ſenkrecht zu $b_1\,c_1$ und $a_1\,a'$ parallel zu $b_1\,c_1$ und gleich dem Abſtand $a_2\,a_X$ des Punktes a von der Projektionsebene E_1 iſt, ſo ſchließen die Linien $a'\,\alpha$ und $a_1\,\alpha$ bei α den Winkel W_1 der Ebene $B\,C$ mit der Projektionsebene E_1 ein. Denkt man ſich außerdem die Ebene $B\,C$ um ihre Schnittlinie $b_1\,c_1$ mit der Projektionsebene E_1 in letztere umgelegt, ſo kommt der Punkt a nach a'' in die Verlängerung von $a_1\,\alpha$ zu liegen, ſo daß $\overline{\alpha\,a''} = \overline{a\,\alpha'}$ iſt, und die beiden Linien B', C', welche durch b_1 und c_1 hindurchgehen, ſchließen denſelben Winkel W ein wie die Winkel B und C im Raume.

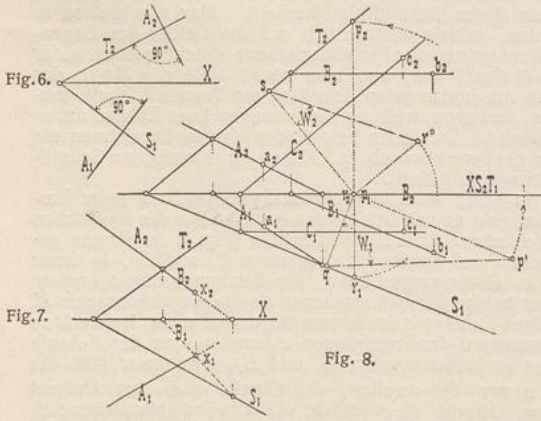


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Eine bequeme Darſtellung der Ebene iſt jene durch ihre Spuren, d. h. durch ihre Schnittlinien S und T mit den Projektionsebenen (ſ. Fig. 6). Soll in der Ebene eine Gerade angenommen werden, ſo kann man eine ihrer Projektionen, z. B. den Aufriß A_2, beliebig wählen, während ihr Grundriß A_1 durch Projizieren zu beſtimmen iſt. Beſondere Geraden der Ebenen ſind die Spurparallelen, von welchen es zwei Scharen gibt; die eine Schar, von welcher B eine Gerade darſtellt, läuft parallel zur erſten, die andre Schar, zu welcher die Gerade C gehört, iſt parallel zur zweiten Spur. Die Geraden der Ebene können benutzt werden, um Punkte in der Ebene zu zeichnen. Wählt man z. B. den Punkt a_1 auf A_1 beliebig, ſo iſt a_2 auf A_2 beſtimmt; ſo gehören auch die Punkte b und c, weil auf den Geraden B und C liegend, der Ebene an. Der Schnittpunkt einer Geraden A mit einer Ebene (ſ. Fig. 7) beſtimmt ſich in einfacher Weiſe, indem man die eine Projektion der Geraden, z. B. A_2 als Aufriß B_2 einer Geraden B der Ebene auffaßt und ihren Grundriß B_1 ermittelt, welcher A_1 im Grundriß x_1 des Schnittpunktes x der

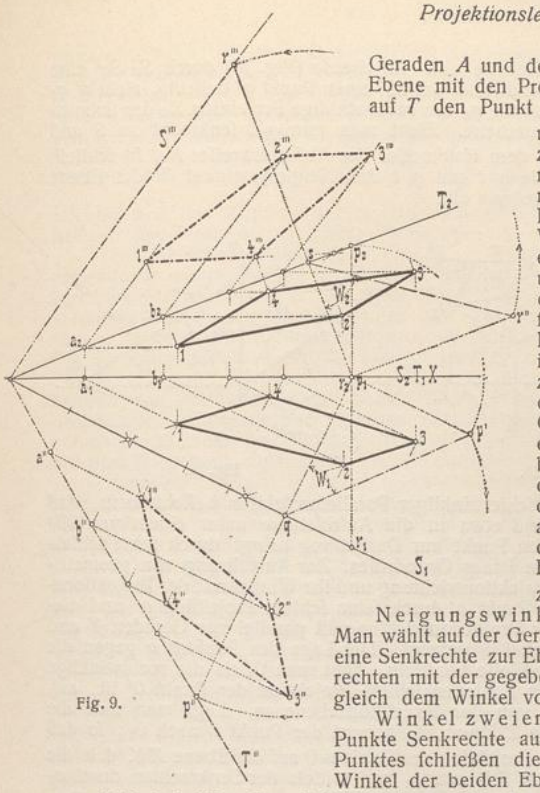


Fig. 9.

Geraden A und der Ebene trifft. Den Neigungswinkel einer Ebene mit den Projektionsebenen ermittelt man, indem man auf T den Punkt p wählt (ſ. Fig. 6), $p_1 q$ ſenkrecht zu S_1 und $p_1 p'$ parallel zu S_1 und gleich $p_1 p_2$ zieht. Die Verbindungslinie $p' q$ ſchließt mit $p_1 q_1$ den Neigungswinkel W_1 der Ebene mit der Grundrißebene ein. Mittels des Punktes r iſt in dem Dreieck $r_2 s r''$ der Winkel W_2 der Ebene mit der Aufrißebene ermittelt worden. Stehen die Projektionen A_1 und A_2 einer Geraden A bezw. normal zu den Spurrichtungen der Ebene (ſ. Fig. 8), ſo ſteht die Gerade A ſelbſt normal zur Ebene. Die Beſtimmung der wahren Geſtalt einer in der Ebene liegenden Figur geſchieht auf zweierlei Art; entweder durch Umlegung der Ebene um ihre erſte Spur S_1 in die Grundrißebene, oder um T_2 in die Aufrißebene. Dabei wählt man auf der zweiten bezw. erſten Spur einen Punkt p bezw. r der Ebene, beſtimmt deſſen Umlegung in die betreffende Projektionsebene, wodurch auch die Umlegungen der übrigen Punkte der Ebene beſtimmt ſind. Nebenſtehende Fig. 9 zeigt dieſes Verfahren; hierbei iſt z. B. $a_1 \cdot 1 = a'' \cdot 1'' = a_2 1'''$ u. ſ. w.

Neigungswinkel einer Geraden mit einer Ebene. Man wählt auf der Geraden einen Punkt willkürlich, fällt von ihm eine Senkrechte zur Ebene und ermittelt den Winkel dieſer Senkrechten mit der gegebenen Geraden; ſein Komplementswinkel iſt gleich dem Winkel von Gerade und Ebene.

Winkel zweier Ebenen: Man fällt von einem beliebigen Punkte Senkrechte auf beide Ebenen. Je nach der Wahl des Punktes ſchließen dieſe Senkrechten einen Winkel gleich dem Winkel der beiden Ebenen oder deren Supplementswinkel ein.

Schiefwinklige Parallelprojektion. Bei der ſchiefwinkligen Parallelprojektion ſind die Projektionsſtrahlen gegen die Projektionsebene nicht normal gerichtet, ſondern unter einem beliebigen Winkel gegen dieſe geneigt. Um in ſchiefer Projektion geometriſche Konſtruktionen durchführen zu können, bedient man ſich verſchiedener Verfahrungsarten. Man wählt z. B. (Fig. 10) parallel zur Projektionsebene eine zweite Ebene, die Abſtandsebene E_a, in beliebigem Abſtande von der Projektionsebene und gibt ſich deren Abſtand $p_2 p$ von der Projektionsebene durch den in der Projektionsebene um den Punkt p_2 mit dem Abſtand $p_2 p$ beſchriebenen Kreis K_a, den Abſtandskreis (vgl. Fig. 11). Gibt man ſich außerdem die ſchiefwinklige Projektion p' des in der

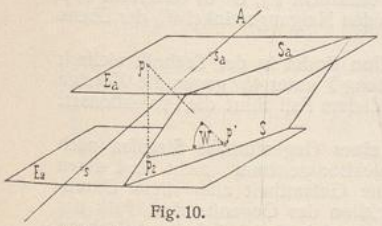


Fig. 10.

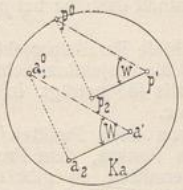


Fig. 11.

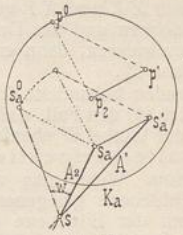


Fig. 12.

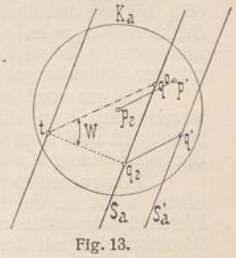


Fig. 13.

Abſtandsebene liegenden Punktes p, ſo iſt durch $p_2 p'$ die Projektionsrichtung beſtimmt. Die durch p_2 zu $p_2 p'$ gezogene Senkrechte ſchneidet den Abſtandskreis K_a in einem Punkte p_0, deſſen Verbindungslinie $p_0 p'$ mit $p_2 p'$ den Winkel W der Projektionsrichtung mit der Projektionsebene einſchließt. Die Darſtellung eines Punktes a (Fig. 11) geſchieht durch ſeine rechtwinklige und ſchiefwinklige Projektion a_2 bezw. a' auf die Projektionsebene, wobei die Verbindungslinie $a_2 a'$ ſtets parallel zur Verbindungslinie $p_2 p'$ ſein muß. Zeichnet man nun das Dreieck $a_2 a' a_0$ ähnlich und ähnlich gelegen dem Dreieck $p_2 p' p_0$, ſo gibt die Strecke $a_2 a_0$ den Abſtand des Punktes a von der Projektionsebene an. Zur Darſtellung von Geraden und Ebenen benutzt man deren Durchſchnitte mit der Abſtandsebene E_a, indem man deren ſchiefe Projektionen als bekannt vorausſetzt und außerdem die Durchſchnitte dieſer Gebilde mit der Projektionsebene als gegeben annimmt. Iſt z. B. eine Gerade A (Fig. 12) durch ihren Durchſchnitt s mit der Projektionsebene und die ſchiefe Projektion s_a' ihres Schnittes mit der Abſtandsebene E_a gegeben, ſo erhält man, wenn man $s_a' s_a$ gleich und gleich gerichtet $p' p_2$ zieht, in $s s_a$ die rechtwinklige Projektion A_2 der Geraden. Zieht man nun in s_a zu A_2 die Senkrechte $s_a s_a^0$ gleich dem Halbmeſſer des Abſtandskreiſes K_a, ſo ſchließt die Verbindungslinie $s_a^0 s$ mit $s_a s$ den Neigungs-

winkel W der Geraden mit der Projektionsebene ein. Ist ebenso (Fig. 13) durch $S_a\ S_a'$ eine Ebene in schiefer Projektion dargestellt, so wählt man auf S_a' einen Punkt q' beliebig, zieht $q'\ q_2$ gleich und gleich gerichtet $p'\ p_2$, so geht durch q_2 die rechtwinklige Projektion S_a der Schnittlinie der gegebenen Ebene mit der Abstandsebene. Zieht man nun $q_2\ t$ senkrecht zu S und macht $q_2\ q^0$ gleich dem Halbmesser des Abstandskreises K_a, so schließt die Verbindungslinie $q_0\ t$ mit $q_2\ t$ den Neigungswinkel W der Ebene mit der Projektionsebene ein.

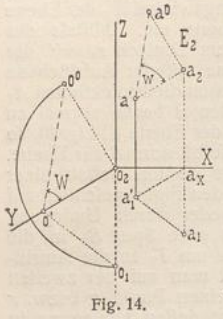


Fig. 14.

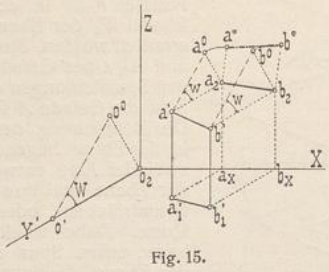


Fig. 15.

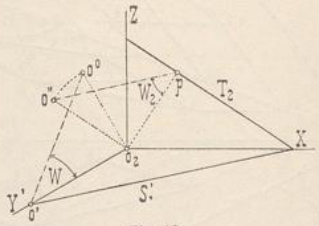


Fig. 16.

Ein andres Darstellungsverfahren in schiefwinkliger Parallelprojektion besteht darin, daß man einen Gegenstand mit seinem Grundriß etwa in die Aufrißebene unter einem von 90° verschiedenen Winkel W projiziert und jeden Punkt zur Darstellung bringt durch seine schiefe Projektion auf die Projektionsebene und die seines Grundrisses. Zur Ausführung von geometrischen Konstruktionen muß dann noch die Projektionsrichtung und ihr Winkel mit der Projektionsebene bekannt sein. In der Fig. 14 ist ein Punkt a durch seine schiefe Projektion a' und diejenige a_1' seines Grundrisses gegeben. Die Projektionsrichtung ist parallel zur Geraden Y und gegen die Projektionsebene unter dem Winkel W geneigt. Die Lage des Punktes a gegen die Projektionsebene läßt sich nun in einfacher Weise ermitteln. Faßt man 0_2 als die rechtwinklige Projektion eines Punktes 0 auf der Geraden Y, dessen schiefe Projektion der Punkt $0'$ ist, auf, so gibt $0_2\,0^0$ den Abstand des Punktes 0 von der Projektionsebene an. Legt man nun die Ebene XY um die Gerade X in die Ebene ZX um, so kommt der Punkt 0 nach 0_1, so daß $0_2\,0_1 = 0_2\,0^0$ ist, und 0_1 ist die rechtwinklige Projektion des Punktes 0 auf die Ebene XY, d. h. die Projektionsebene E_1; aus a' und a_1' bestimmt sich nun a_2 und mittels der Senkrechten durch a_2 zu $a'\ a^2$ und der Parallelen durch a' zu $0'\,0^0$ der Abstand $\overline{a_2\,a^0}$ des Punktes a von der Projektionsebene E_2. Die rechtwinklige Projektion a_1 ergibt sich in zweifacher Weise, entweder durch Abtragen der Strecke $\overline{a_2\,a^0}$ nach $a_x\,a_1$ oder durch Ziehen der Parallelen $a_1'\,a_1$ zu $0'\,0_1$. Handelt es sich um die Ermittlung der Lage einer Geraden zur Ebene, so geschieht dies ebenfalls in einfacher Weise. Man verschafft sich zunächst (Fig. 15) die rechtwinkligen Projektionen a_2 und b_2 der Punkte a und b; hierauf ihre Abstände $a_2\,a^0$ und $\overline{b_2\,b^0}$ von der Projektionsebene. Mittels des Trapezes $a_2\,a''\,b''\,b_2$ ergibt sich dann die wahre Länge $\overline{a''\,b''}$ der Geraden $a\,b$ und ihr Neigungswinkel zur Projektionsebene. — Ist eine Ebene durch ihre Schnittlinie T_2 und S_1' (Fig. 16) mit den Ebenen XZ und XY gegeben, so hat man nur von dem Punkte o_2 zu T_2 die Senkrechte $o_2\,p$ zu zeichnen und das Dreieck $o_2\,p\,o''$, $o_2\,p$ senkrecht T_2, $o''\,o_2$ senkrecht $o_2\,p$ und gleich $o_2\,o^0$ zu konstruieren, dann enthält dasselbe bei p den Neigungswinkel W_2 der Ebene mit der Projektionsebene E_2.

Die im vorstehenden behandelte schiefe Parallelprojektion findet in der Technik vielfach Verwendung, namentlich für den Fall, daß die Projektionsrichtung Y unter 45° gegen die X-Achse geneigt ist und auch der Winkel W ebenfalls 45° beträgt. In diesem Fall führt die Projektionsart die Bezeichnung Kavalierperspektive.

Zentralprojektion. Wenn man von allen Punkten eines Gegenstandes Strahlen nach einem nicht in der Bildebene gelegenen Punkte, dem Projektionszentrum, zieht und deren Durchschnittspunkte mit der Bildebene ermittelt, so gibt die Gesamtheit aller dieser Durchschnittspunkte mit der Bildebene in letzterer die Zentralprojektion des Gegenstandes. Fällt das Projektionszentrum mit dem Auge des Beobachters zusammen und befindet sich die Bildebene zwischen dem Gegenstande und dem betrachtenden Auge, so heißt in diesem Falle die Zentralprojektion eine Zentralperspektive des Gegenstandes. — Die Zentralprojektion eines Punktes ist also wieder ein Punkt, jene einer Geraden im allgemeinen wieder eine Gerade, und nur dann, wenn die Gerade durch das Projektionszentrum selbst geht, ein Punkt. Bei einer unbegrenzten Ebene kann man von einer Zentralprojektion im eigentlichen Sinne nicht sprechen, es wird vielmehr die ganze Bildebene als die Zentralprojektion einer Ebene aufgefaßt werden können. Zur Feststellung der Lage der Ebene gegen die Bildebene genügt es, eine Anzahl von Bestimmungsstücken der Ebene durch Zentralprojektion darzustellen. Ist man imstande, die Elemente Punkt, Gerade und Ebene durch Zentralprojektion darzustellen, so kann damit auch die Zentralprojektion eines jeden Gegenstandes hergestellt werden, der aus den genannten Elementen zusammengesetzt ist. — Ist nun a (s. Fig. 17) ein Punkt im Raum, o das Projektions-

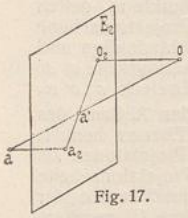


Fig. 17.

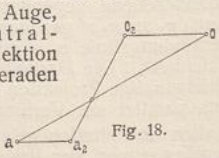


Fig. 18.

zentrum, E_2 die Bildebene, so ergibt sich die Zentralprojektion a' von a, indem man die rechtwinklige Projektion a_2 von a mit der rechtwinkligen Projektion o_2 des Zentrums (Hauptpunkt) verbindet und diese Verbindungslinie mit dem Strahle $o\,a$ durchschneidet. Als Bildebene wird in der Regel die Aufrißebene gewählt: es liegt dann die Zentralprojektion eines Punktes a stets auf der Verbindungslinie seines Aufrisses a_2 (s. Fig. 18) mit dem Augpunkte, und ist der innere Teilungspunkt der Strecke $\overline{a_2\,o_2}$, der diese in dem Verhältnis $\frac{\overline{a_2\,a}}{\overline{o_2\,o}}$ teilt. Hierbei bezeichnet $\overline{a_2\,a}$ den Abstand des in Rede stehenden Punktes von der Bildebene und $\overline{a_2\,o}$ den Abstand des Zentrums von dieser Ebene oder die Distanz.

Die Zentralprojektion einer Geraden (z. B. A, Fig. 19) ist bestimmt durch die Zentralprojektionen zweier Punkte in ihr; als solche Punkte wählt man zweckmäßig einerseits ihren Durchschnittspunkt A_S, d. h. ihre Spur mit der Bildebene, anderseits den Schnittpunkt A_Q' eines Parallelstrahles zu der Geraden durch das Zentrum o mit der Bildebene; letzteren Punkt bezeichnet man als die Flucht der Geraden. Die Verbindungslinie $o_2\,A_Q'$ ist hierbei parallel zur rechtwinkligen Projektion A_2 der Geraden. Alle zur Geraden A parallelen Geraden besitzen den nämlichen Parallelstrahl; folglich haben die Zentralprojektionen von parallelen Geraden den Fluchtpunkt gemeinsam. Stehen die Geraden zur Bildebene senkrecht, so fällt ihr Fluchtpunkt mit dem Hauptpunkt zusammen; sind die Geraden unter 45° zur Bildebene geneigt, so liegen ihre Fluchtpunkte auf einem Kreise, der den Hauptpunkt als Mittelpunkt und die Distanz als Halbmesser besitzt und Distanzkreis heißt. Sind die Geraden zur Bildebene parallel, so sind auch ihre Zentralprojektionen parallel.

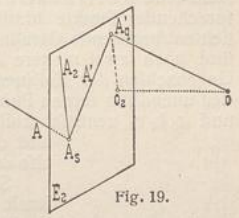


Fig. 19.

Ist nun (Fig. 20) A_S die Spur, A_Q' die Flucht einer Geraden A, so gibt die Verbindungslinie $A_S\,A_Q'$ die Zentralprojektion A' von A: der Aufriß A_2 ist parallel zu $o_2\,A_Q'$. Zieht man zu $o_2\,A_Q'$ die Senkrechte $\overline{o_2\,o_0}$ gleich der Distanz, so stellt die Verbindungslinie $o_0\,A_Q'$ den mit der Ebene $o\,o_2\,A_Q'$ in die Bildebene umgelegten Parallelstrahl zur Geraden A dar und der Winkel w bezeichnet den Neigungswinkel der Geraden A mit der Bildebene. Die Umlegung der Geraden A in die Bildebene geht durch A_S parallel zu $o^0\,A_Q'$. Sind also $a'\,b'$ zwei Punkte auf der Zentralprojektion A' von A, so schneiden die Verbindungslinien $o_0\,a'$ und $o_0\,b'$ auf A_0 die Punkte $a_0\,b_0$ aus, deren Entfernung voneinander gleich ist der wahren Länge der Strecke $a\,b$. Der Punkt o_0, d. i. das umgelegte Zentrum, heißt der Teilungspunkt der Geraden A. Zur Geraden A gehören unzählig viele Teilungspunkte; sie liegen alle auf einem um A_Q' als Mittelpunkt mit einem Halbmesser gleich $A_Q'\,o_0$ beschriebenen Kreise, dem Teilungskreise von A. Wählt man auf diesem Kreise einen beliebigen Punkt o'' und zieht durch A_S eine Parallele A'' zu $o''\,A_Q'$, so liefern die Strahlen $o''\,a'$ und $o''\,b'$ auf A'' (A'' fällt im vorliegenden Falle mit A_2 zusammen) ebenfalls die wahre Länge von $\overline{a\,b}$. Würde man $\overline{a_0\,b_0}$ in eine beliebige Anzahl gleicher oder in einem bestimmten Verhältnisse zueinander stehender Teile teilen, so lieferten die Verbindungslinien dieser Teilungspunkte mit o_0 auf A' die Zentralprojektionen

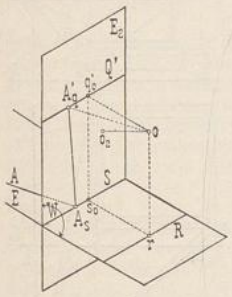


Fig. 21.

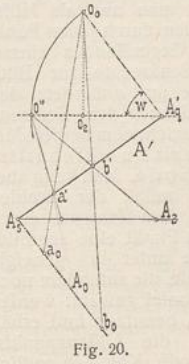


Fig. 20.

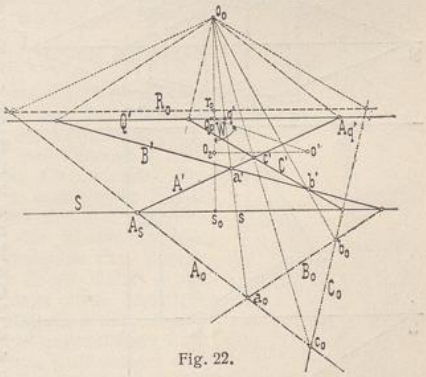


Fig. 22.

der Teilungspunkte. — Eine unbegrenzte Ebene wird in zentraler Projektion bestimmt durch die Zentralprojektionen von zweien ihrer Geraden; als solche Gerade wählt man zweckmäßig die Schnittlinie S (Fig. 21) der Ebene mit der Bildebene, d. h. ihre Spur und die Schnittlinie Q' einer Parallelebene zu ihr durch das Zentrum. Letztere Linie Q' heißt die Flucht der Ebene. Eine Ebene wird also dargestellt durch Spur und Flucht. Steht die Ebene senkrecht zur Bildebene, so geht ihre Flucht durch den Hauptpunkt. Eine beliebige Gerade A der Ebene hat ihre Spur A_S in der Spur S und ihre Flucht A_Q' in der Flucht Q' der Ebene. Ist durch $S\,Q'$ (s. Fig. 22) eine beliebige Ebene zentralprojektivisch dargestellt, so läßt sich in einfacher Weise sowohl ihr Neigungswinkel mit der Bildebene bestimmen als auch die Ebene selbst mit allen in ihr liegenden Punkten und Linien in die Bildebene umlegen, wodurch sich die wahre gegenseitige Lage dieser Elemente gegeneinander ermitteln läßt. Fällt man nämlich durch o_2 die Senkrechte $o_2\,q_0'$ zu Q', macht $o_2\,o'$ parallel zu Q' und gleich der Distanz, so ist in dem rechtwinkligen Dreieck $o_2\,q_0'\,o'$ der Winkel W gleich dem Neigungswinkel der Ebene $S\,Q'$

zur Bildebene. Legt man die Parallelebene Q' in die Bildebene um, ſo kommt das Zentrum nach o_0 und die Verbindungslinien von o_0 mit den Punkten der Flucht Q' geben die umgelegten Parallelſtrahlen zu den Geraden der Ebene. Für die Gerade A' iſt alſo $o_0 A_q'$ der umgelegte Parallelſtrahl, und es wird die Umlegung A_0 der Geraden ſelbſt parallel zu $o_0 A_q'$ durch A_S zu ziehen ſein. So iſt auch B_0 die Umlegung von B, ebenſo C_0 jene von C u. ſ. w., entſprechend iſt durch das Dreieck $a_0 b_0 c_0$ die wahre Geſtalt des Dreiecks $a b c$, deſſen zentrale Projektion durch $a' b' c'$ dargeſtellt iſt, gegeben.

Ein ebenes Gebilde und ſeine Zentralprojektion, desgleichen die Umlegung des Gebildes und die Zentralprojektion ſtehen in einem beſtimmten geometriſchen Zuſammenhange, der dadurch charakteriſiert iſt, daß den Punkten des einen Gebildes Punkte des andern ſo zugeteilt ſind, daß die Verbindungslinien entſprechender Punkte durch einen feſten Punkt hindurchgehen, während den Geraden des einen Gebildes Gerade des andern ſo entſprechen, daß entſprechende Gerade auf einer feſten Linie S (Fig. 22) ſich ſchneiden. Dieſen Zuſammenhang nennt man zentriſche Kollineation (ſ. d.); der feſte Punkt, durch welchen die Verbindungslinien entſprechender Punkte hindurchgehen, heißt das Kollineationszentrum, die Gerade, auf welcher ſich entſprechende Gerade ſchneiden, heißt die Kollineationsachſe. Außer der Kollineationsachſe S ſind noch zwei weitere Achſen Q' und R_0, beide parallel zu S, vorhanden; ſie heißen die Gegenachſen der Kollineation und haben die Eigenſchaft, daß die auf ihnen liegenden Punkte den unendlich fernen Punkten des andern Gebildes entſprechen. In Fig. 6 ſind die Figuren $a' b' c'$ und $a_0 b_0 c_0$ zentriſch kollineare Figuren mit S als Kollineationsachſe, o_0 als Kollineationszentrum und den Achſen Q' und R_0 als Gegenachſen. Entſprechende Punkte ſind alſo $a' a_0$, $b' b_0$ u. ſ. w., entſprechende Gerade $a' b'$, $a_0 b_0$, $a' c'$, $a_0 c_0$ u. ſ. w.

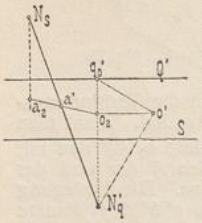


Fig. 23.

Sämtliche Normalen zu einer Ebene ſind zueinander parallel, ſie beſitzen ſomit in zentraler Projektion einen gemeinſamen Fluchtpunkt, den Normalenfluchtpunkt der Ebene; er liegt (ſ. Fig. 23) auf der Normalen durch den Hauptpunkt zur Flucht der Ebene und außerdem auf der Normalen durch o' zu $q_0' o'$. Iſt der Normalenfluchtpunkt N_q' einer Ebene beſtimmt, ſo iſt damit auch das Ziehen von Normalen zur Ebene durch gegebene Punkte ermöglicht. Die Normale durch a' (ſ. Fig. 23) zur Ebene $S Q'$ geht durch N_q', ihre Spur N_S liegt auf der Parallelen durch a_2 zu $N_q o_v$.

Im vorſtehenden ſind die Mittel angegeben zur Löſung aller Aufgaben der Projektionslehre mittels zentraler Projektion. Zur Herſtellung der zentralen Projektion eines Körpers bedient man ſich im allgemeinen ſtets des Verfahrens, daß man durch jeden ſeiner Punkte zwei gerade Linien zieht und deren zentrale Projektionen beſtimmt, der Schnittpunkt der letzteren gibt die Zentralprojektion des Punktes. — Die Konſtruktionen der Zentralprojektion und der Zentralperſpektive weichen im weſentlichen nicht voneinander ab; es ſoll deshalb im folgenden nur von den letzteren geſprochen werden.

Bei der **Zentralperſpektive** beſteht in der Regel die Aufgabe darin, einen durch Grund- und Aufriß gegebenen Gegenſtand für eine beſtimmte Ebene als Bildebene und für einen Punkt vor derſelben als Auge bezw. Zentrum zentralperſpektiviſch darzuſtellen. Benutzt man nun als Hilfsgeraden durch jeden Punkt des Gegenſtandes einmal die Senkrechte zur Bildebene und außerdem den Strahl nach dem Zentrum, ſo bezeichnet man dieſe Methode als Durchſchnittsmethode. Man kann aber auch anſtatt der Strahlen nach dem Zentrum durch jeden Punkt eine zur Bildebene unter 45° geneigte Gerade, die außerdem noch horizontal gewählt werden kann, benutzen und erhält dann die Diſtanzpunktsmethode. Kommen endlich an einem darzuſtellenden Objekte ein oder mehrere Syſteme von parallelen Geraden vor, wie dies z. B. an jedem Gebäude der Fall iſt, ſo wird man ſich die Zentralprojektionen dieſer Parallelen verſchaffen und hiernach die Zentralprojektionen der einzelnen Punkte des Körpers erhalten. Die hierauf ſich gründende Methode heißt die Fluchtpunktsmethode. — Bei den Darſtellungen in Zentralperſpektive bezeichnet man die Spur G (vgl. Fig. 24) der Horizontalebene als Grundlinie, die Flucht H als Horizont, der Hauptpunkt heißt Augpunkt. In Fig. 24 iſt ein Körper durch Grund- und Aufriß dargeſtellt. E_1 bezeichnet den Grundriß der Bildebene, o_1 und o_2 ſind Grund- und Aufriß des Auges. Der Körper befindet ſich in paralleler Stellung zur Bildebene; die Perſpektive a' des Punktes a iſt mittels der Durchſchnittsmethode ermittelt

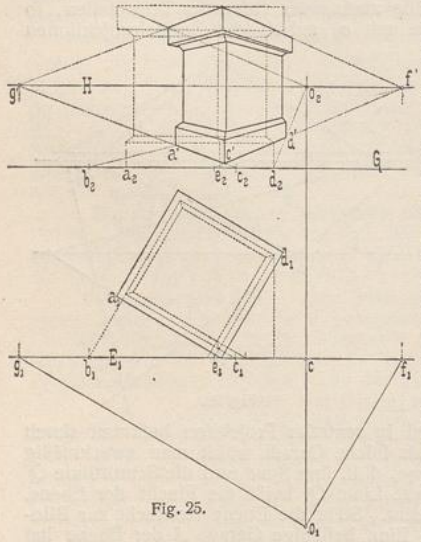


Fig. 25.

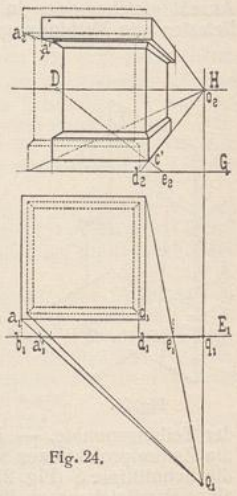


Fig. 24.

worden, der Strahl nach dem Zentrum durch a liefert im Grundriß den Punkt a_1', dem im Aufriß die Perſpektive a' entſpricht. Mittels der Diſtanzpunktsmethode iſt der Punkt c' beſtimmt worden. Durch c_1 ſind die beiden Geraden $c_1 d_1$ und $c_1 e_1$, erſtere ſenkrecht, letztere unter 45° zur Bildebene gezogen worden; ihnen entſprechen die Perſpektiven $d_2 o_2$ und $e_2 D$ (D = Diſtanzpunkt), die ſich in c' ſchneiden.

Der in Fig. 25 dargeſtellte Körper zeigt die Konſtruktion mittels der Fluchtpunktsmethode. Es ſind hier für die auftretenden Horizontalen die Fluchtpunkte f' und g' ermittelt worden. Durch jeden Punkt des Körpers, z. B. a, gehen zwei horizontale Kanten des Körpers, deren Perſpektiven man mittels der Durchſchnittspunkte b und c dieſer Kanten mit der Bildebene und der Fluchtpunkte f' und g' ermittelt. Will man nur eine der horizontalen Körperkanten für einen Punkt des Körpers benutzen, ſo kann man als zweite Gerade etwa eine Senkrechte zur Bildebene verwenden, wie dies z. B. für den Punkt d geſchehen iſt.

Reliefprojektion. Statt der ebenen Zentralprojektion eines Gegenſtandes kann man ſich auch eine räumliche Abbildung desſelben verſchaffen, wenn man auf jedem das Zentrum enthaltenden Projektionsſtrahl einen Punkt ſo wählt, daß derſelbe mit dem Zentrum, dem Raumpunkte und ſeiner Zentralprojektion ein Doppelverhältnis von konſtantem Werte $= \Delta$ bildet. Dieſe ſo beſtimmten Punkte erfüllen dann ein zweites, räumliches Gebilde, welches man als die zentriſch-kollineare Verwandte des erſteren bezeichnet. Iſt das Original ein Körper, ſo iſt im allgemeinen auch die zentriſch-kollineare Verwandte desſelben ein Körper, den man als das Modell oder als das Relief des erſten Körpers bezeichnen kann. Die Projektion dieſes Reliefs auf die Projektionsebene heißt die Reliefprojektion des Körpers. — Aus vorſtehender Definition folgt, daß einem Punkt wieder ein Punkt, einer das Zentrum nicht enthaltenden Geraden oder Ebene wieder eine Gerade oder Ebene entſpricht. Die in der Projektionsebene liegenden Gebilde entſprechen ſich ſelbſt. Der vorſtehend charakteriſierte Zuſammenhang zwiſchen den Punkten, Geraden und Ebenen des Raumes bezeichnet man als räumliche Zentralkollineation und nennt die Ebene der ſich ſelbſt entſprechenden Gebilde die Kollineationsebene, das Zentrum das Kollineationszentrum. Da die unendlich fernen Punkte des Raumes in einer Ebene liegen, ſo entſprechen ihnen wieder die Punkte einer Ebene, welche parallel zur Kollineationsebene gerichtet iſt. Gehören die unendlich fernen Punkte dem Originalſyſteme an, ſo liegen die ihnen entſprechenden Punkte im Relieffyſtem in einer Ebene Q'' (Fluchtebene oder Gegenebene, Fig. 26); gehören ſie dem Relieffyſtem an, ſo liegen die Originalpunkte in einer zur Kollineationsebene E' parallelen Ebene R (Verſchwindungsebene oder zweite Gegenebene). Für jeden das Kollineationszentrum o enthaltenden Strahl, auf welchem ein Paar entſprechender Punkte $a\,a''$ liegen, finden die folgenden Doppelverhältnisgleichheiten ſtatt: $(a\,a'', o\,a') = (q\,q'', o\,a') = (r\,r'', o\,a') = \Delta$. Hieraus folgt die Beziehung: $\frac{\overline{q''\,a'}}{\overline{q''\,o}} = \frac{\overline{o\,r}}{\overline{a'\,r}}$, woraus ſich ergibt, daß die Ebene Q'' gerade ſo weit von der Kollineationsebene E abſteht, wie die Ebene R vom Zentrum o. Das Doppelverhältnis Δ, das dem einfachen Teilverhältnis gleich iſt, nach welchem die Fluchtebene Q'' bezw. die Verſchwindungsebene R den Abſtand zwiſchen Kollineationsebene E' und Zentrum o teilt, heißt das charakteriſtiſche Doppelverhältnis oder die Charakteriſtik der räumlichen Zentralkollineation. — Jede das Zentrum enthaltende Ebene ſchneidet auch zwei zentriſchkollineare ebene Syſteme mit der gleichen Charakteriſtik Δ aus, für welche die Schnittlinien der Ebene mit der Kollineations- bezw. mit der Gegenebene Kollineationsachſe und Gegenachſe ergeben. Eine das Zentrum nicht enthaltende Ebene liefert durch ihren Schnitt mit den räumlichen Syſtemen gleichfalls zwei zentriſch-kollineare Syſteme, für welche die Achſen der Kollineation die Schnittlinie der Ebene mit der Kollineationsebene bezw. den Gegenebenen ſind. Doch iſt hierbei der Wert der Charakteriſtik der ebenen Kollineation verſchieden von dem Charakteriſtikwert der räumlichen Kollineation.

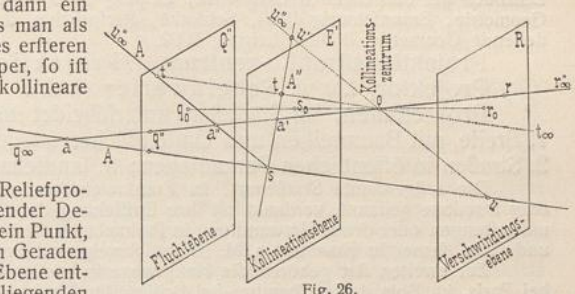


Fig. 26.

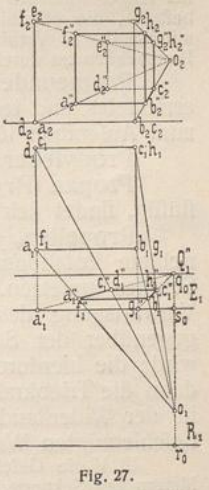


Fig. 27.

Die zentriſche Kollineation räumlicher Syſteme hat insbeſondere für die Technik eine Bedeutung, wenn das Kollineationszentrum und der Körper, deſſen zentriſch-kollineare Verwandte beſtimmt werden ſoll, auf verſchiedenen Seiten der Kollineationsebene liegen. Denkt man ſich dann das Zentrum erſetzt durch das Auge des Beſchauers, ſo erblickt dasſelbe in der zentriſch-kollinearen Verwandten des Körpers eine räumliche Abbildung desſelben, alſo gewiſſermaßen ein Modell oder ein Relief des Körpers. Dieſen beſonderen Fall der räumlichen Zentralkollineation bezeichnet man als Reliefperſpektive, im Gegenſatz zu der gewöhnlichen Linearperſpektive, bei welcher ein Körper zentral in die Bildebene projiziert wird.

Bei der Reliefperſpektive entſpricht dem ganzen, hinter der Bildebene liegenden Raume, Originalraum, der zwiſchen Bild- und Fluchtebene gelegene Raum als Bildraum. Die Darſtellungen der Reliefperſpektive erfolgen durch Grund- und Aufriß. — So iſt in Fig. 27 das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Relief eines Würfels im Grund- und Aufriß wiedergegeben. Die Charakteriſtik $\frac{\overline{o_1 r_0}}{o_1 s_0} = \Delta$ beträgt ein Drittel. Die Kollineationsebene fällt mit der vertikalen Projektionsebene zuſammen. — Der Reliefpunkt eines Punktes a beſtimmt ſich im Grundriß mittels der beiden Geraden $a_1 o_1$ und a_1', q_0; der Aufriß a_2'' liegt auf $a_2 o_2$ und auf der Projizierenden durch a_1''.

Literatur: Bezüglich der eigentlichen Zentralprojektion ſ. Literatur über darſtellende Geometrie. Werke über Zentralperſpektive ſind: Schreiber, G., Maleriſche Perſpektive, Karlsruhe 1854; Tilſcher, Syſtem der Perſpektive, Prag 1867; Peſchka und Koulny, Freie Perſpektive, Hannover 1868; Hauck, G., Die ſubjektive Perſpektive, Stuttgart 1879; für die Reliefperſpektive ſind bemerkenswert: Poudra, Traité de perspective relief, Paris 1862; Staudigel, Grundzüge der Reliefperſpektive, Wien 1868; Burmeſter, Grundzüge der Reliefperſpektive, Leipzig 1883; Berger, G., Die Lehre der Perſpektive, Leipzig 1898; Conz, G., Lehrbuch der Perſpektive, Stuttgart 1902; Delabar, Die Polar- und Parallelperſpektive, Freiburg 1905; Dietzel, Die Elemente der Perſpektive, Leipzig 1902; Vonderlinn, Perſpektive, Leipzig 1908; Seeberger, G., Prinzipien der Perſpektive und deren Anwendung, 8. Aufl., München 1905; Weishaupt, H., Axonometrie und Perſpektive, Leipzig 1903; Döhlemann, K., Projektive Geometrie, Leipzig 1903; Geyger, Lehrbuch der darſtellenden Geometrie, Leipzig 1906; Müller, R., Leitfaden der darſtellenden Geometrie, Braunſchweig 1903, Schlotke, Perſpektive, 2. Aufl., Leipzig 1902; Haußner, Darſtellende Geometrie, 3 Bde., Leipzig 1902. *Vonderlinn.*

Projektionsſtrahl, -zentrum, ſ. Projektionslehre.

Projektor, ſ. v. w. Scheinwerfer (ſ. d.).

Promenaden. Im Städtebau unterſcheidet man drei Arten von Promenaden: 1. Breite, mit Baumreihen und Gartenflächen ausgeſtattete innerſtädtiſche Straßen; 2. Straßen in öffentlichen Parkanlagen; 3. landſchaftlich verſchönerte Außenwege.

Die erſtgenannte Straßenart, in Frankreich Avenues und Boulevards, in Italien Corso oder Stradone genannt, verdankt oft ihre Entſtehung der Schleifung und Bebauung alter Stadtumwallungen oder deren Umwandlung in Parkanlagen, ſo beiſpielsweiſe in Baſel, Mainz, Aachen und Cöln, ferner in Frankfurt a. M., Braunſchweig und Bremen.

Zur zweiten Art gehören die Hauptwege in großen Stadtparks, ſo im Bois de Boulogne bei Paris, im Bois de la Chambre bei Brüſſel, im Tiergarten zu Berlin; bekannte Beiſpiele aus Italien ſind die Promenadenſtraßen (passegio) des Monte Pincio und des Gianicolo zu Rom ſowie der Cascine und des Viale dei Colli zu Florenz.

Bieten ſolche Straßenanlagen zugleich ſchöne Ausſichten dar, ſo gebraucht man wohl den Namen Panoramaſtraßen (Stuttgart, Florenz, Genua, Nizza). Dieſe leiten über zu der dritten obengenannten Art von Promenaden, den landſchaftlich verſchönerten Außenwegen, wie ſie beſonders bei engliſchen Städten zum Uebergang in die freie Landſchaft, auf dem Kontinent an Flußufern oder am Seeſtrande ſich ausbreiten (Coblenz, Düſſeldorf, Hamburg, Danzig, Oſtende). Eine der großartigſten Außenpromenaden, zugleich Panoramaſtraße, verſpricht der Wiener Wald- und Wieſengürtel zu werden, der die ganze Landſeite der Stadt am Gehänge der Hügel umziehen ſoll. In den nordamerikaniſchen Städten iſt man in vorbildlicher Weiſe beſtrebt, die öffentlichen Parkanlagen durch zuſammenhängende Züge von Promenadenſtraßen miteinander in Verbindung zu ſetzen, die ſtädtiſche Bebauung alſo nach allen Richtungen mit Promenaden zu durchziehen. *J. Stübben.*

Promenadendeck eines Paſſagierdampfers, ein oberhalb des Brückendecks errichtetes und teilweiſe an der Bordwand nur durch Stützen getragenes Deck zum Aufenthalt für Kajütspaſſagiere. *T. Schwarz.*

Pronyſcher Zaum, ſ. Dynamometer, Bd. 3, S. 196.

Propan (Propylwaſſerſtoff) C_3H_8, farbloſes brennbares Gas, bei -17^0 flüſſig, findet ſich im Erdöl und verhält ſich ähnlich wie Aethan (ſ. d.).

Propeller, diejenigen Apparate, welche die von der Schiffsmaſchine verrichtete Rotationsarbeit aufnehmen und in Schubarbeit zur Fortbewegung des Schiffes umſetzen. Ihre Wirkſamkeit beſteht in der Hauptſache darin, daß beim Vorwärtsgang des Schiffes durch den Propellerſchub dem umgebenden Waſſer gegenüber der Schiffsgeſchwindigkeit eine Beſchleunigung nach hinten erteilt wird; die hierdurch entſtehende Rückwirkung nach vorne — Reaktion — bildet dann die Triebkraft des Schiffes. Bei gleichförmiger Geſchwindigkeit des Schiffes iſt der Widerſtand desſelben gleich der Reaktion, welche mit der Menge des beſchleunigten Waſſers und mit der Größe der Beſchleunigung wächſt.

Iſt V die Geſchwindigkeit des vom Propeller nach hinten geworfenen Waſſerſtroms in Metern pro Sekunde, v die Geſchwindigkeit des Schiffes, ſo iſt $V - v$ die Geſchwindigkeitszunahme oder Beſchleunigung des Waſſers. Iſt ferner F in Quadratmetern der Querſchnitt des Waſſerſtroms, γ das Gewicht von 1 cbm Waſſer, ſo iſt die Maſſe M des vom Propeller nach hinten geworfenen Waſſerſtroms $M = F\gamma V : g$ und mithin die Reaktion $R = M(V - v) = F\gamma V(V - v) : g = W$, dem Widerſtand des Schiffes.

Die Differenz zwiſchen der Geſchwindigkeit des Propellers oder des von demſelben nach hinten geworfenen Waſſerſtroms und der Geſchwindigkeit des Schiffes: Die Differenz zwiſchen Ein- und Austrittsgeſchwindigkeit des den Propeller paſſierenden Waſſers, d. h. das Zurückweichen des Waſſers vor dem Druck des Propellers wird Slip oder Rücklauf (s) genannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

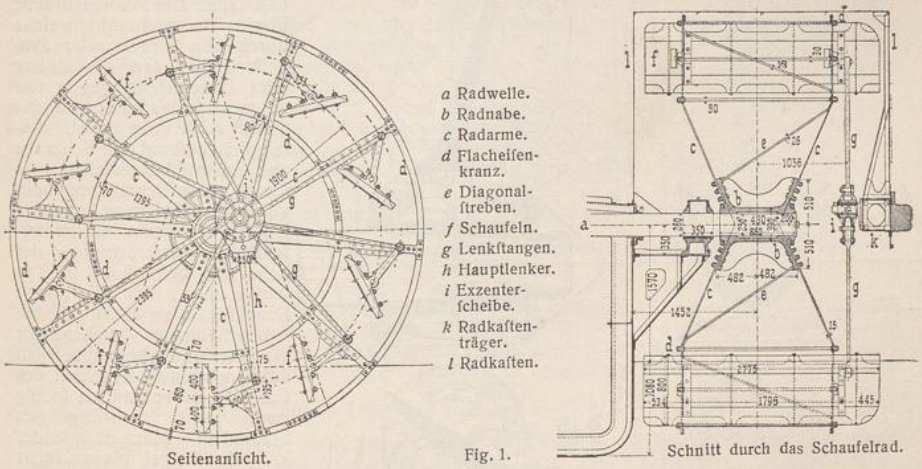
Es ist demnach $s = V - v$ in Metern pro Sekunde oder, bezogen auf jeden Meter des Propellerweges, $(V - v) : V$ und demnach für 100 m Propellerweg, d. h. in Prozenten ausgedrückt $s\,\% = 100\,(V - v) : V$.

Die zurzeit für Dampfschiffe gebräuchlichen Propulsionsmethoden lassen sich in folgende drei Gruppen teilen: 1. Reaktionspropeller; 2. Schaufelräder; 3. Schrauben.

1. **Die Reaktions- oder Wasserstrahlpropeller** haben nur eine vorübergehende Bedeutung gewonnen. Bei denselben wird das Wasser durch im Innern des Schiffes liegende Pumpen bezw. Turbinen angesaugt und mit gesteigerter Geschwindigkeit durch zwei an den Schiffsseiten mündende Ausstoßrohre ausgeworfen. Beim Vorwärtsgang sind die Ausflußöffnungen nach hinten, beim Rückwärtsgang nach vorne gerichtet. — Obwohl das Wasser ohne seitliche Ablenkung nach hinten geworfen wird, so war die mit diesen Propellern erzeugte Wirkung doch eine geringe, da das Wasser fast mit der doppelten Schiffsgeschwindigkeit durch die Rohre getrieben werden muß. Es entstehen daher erhebliche Kraftverluste beim Eintreten des Wassers in die Rohrleitung, durch die Reibung desselben an den Rohrwandungen und die Stöße in den Biegungen der Rohre sowie durch das Mitschleppen des im Schiff befindlichen Wassers. In neuester Zeit ist von Zeuner [10] ein Turbinenpropeller mit Kontraktor entworfen, welcher die obigen Mängel teilweise beseitigt und für kleine Flußschiffe günstige Resultate ergeben hat. Auch Thornycrofts Schraubenturbine, eine Kombination von Schraube und Turbine, hat sich für flachgehende Flußschiffe gut bewährt [6]. Der Hydromotor, ein Reaktionspropeller mit Pulsometerbetrieb, hat es zu keiner Bedeutung gebracht [1], [2], [6], [9], [10].

2. **Das Schaufelrad,** welches anfänglich der verbreitetste Propeller auch für Ozeandampfer war, wird jetzt fast ausschließlich nur für flach gehende Flußdampfer und auf See für Postdampfer für kurze Strecken verwendet, da es an Wirksamkeit verliert, wenn in bewegter See die beiden Räder verschieden eintauchen oder bei längeren Reisen durch den Kohlenverbrauch die Eintauchung der Schaufel sich ändert. — Man unterscheidet Räder mit festen bezw. mit beweglichen Schaufeln. Erstere, welche den Vorzug großer Solidität und Einfachheit haben, verwendet man vorzugsweise für Räder mit großem Durchmesser, bezw. bei langsam gehenden Flußdampfern und Schleppern. Ihr Nutzeffekt ist wegen der mehr oder minder flachen Ein- und Austauchung der Schaufeln und der hierdurch auftretenden Erschütterungen gering. Für Postdampfer und schnell laufende Raddampfer bevorzugt man Räder mit beweglichen Schaufeln welche ruhiger und mit größerem Nutzeffekt arbeiten.

Die Schaufelräder bestehen im allgemeinen aus einer auf der Radwelle aufgekeilten gußeisernen Nabe, welche mit zwei oder drei scheibenartigen Rippen versehen ist, an welchen eine Anzahl schmiedeeiserner Arme oder Speichen befestigt sind. Außen sind dieselben durch Flacheisenkränze und durch Diagonalstreben und Anker verbunden. Die festen Schaufeln, meist aus Holz gefertigt, sind zwischen den Flacheisenkränzen an den Armen befestigt. Für kleine Räder, bei denen Ein- und Austrittswinkel sehr flach werden würden, verwendet man teilweise eiserne geteilte Schaufeln, welche in einem Winkel zueinander und zur Radwelle stehen und deren Flächen schraubenförmig gebogen sind. Die Schaufeln tauchen hierdurch allmählich ins Wasser und arbeiten demnach ohne erhebliche Erschütterungen [7].



a Radwelle.
b Radnabe.
c Radarme.
d Flacheisenkranz.
e Diagonalstreben.
f Schaufeln.
g Lenkstangen.
h Hauptlenker.
i Exzenterscheibe.
k Radkastenträger.
l Radkasten.

Seitenansicht. Schnitt durch das Schaufelrad.

Fig. 1.

Die beweglichen Schaufeln sind an den Radarmen drehbar gelagert und je mit einem schmiedeeisernen Arm versehen. An diesen greifen Lenkstangen an, welche mit dem andern Ende an einer zur Radwelle exzentrisch gelagerten Scheibe befestigt sind, und zwar ist eine Lenkstange, der sogenannte Haupt- oder Königslenker, fest mit der Scheibe verbunden, während die übrigen in Gelenken beweglich sind. Die Exzenterscheibe ist meist an dem äußeren Radkastenträger befestigt, und die Radwelle ist einseitig an der Schiffswand auf einem konsolartigen Ausbau gelagert. Je nach der Richtung der Schaufel beim Wassereinen- und -austritt entstanden die Räder von Buchanan, Oldham und Morgan. Die modernen Räder sind eine Kombination der beiden letzteren Räder. Die Richtung der Schaufeln bei der Ein- bezw. Austauchung

entſpricht im allgemeinen der Stellung der Schaufeln eines Rades mit feſten Schaufeln, aber von doppelt ſo großem Durchmeſſer. Der Mittelpunkt des exzentriſchen Zapfens ergibt ſich aus der Richtung der Schaufeln und der Länge der Schaufelhebel = 0,6 Schaufelhöhe. Das Stroudley-Rad, welches neuerdings bei den den Kanal befahrenden Poſtdampfern allgemein verwendet wird, hat eine kleinere Exzentrizität, wodurch die ein- und austretenden Schaufeln etwas ſteiler zu ſtehen kommen und demnach faſt gar kein Waſſer mit herumreißen (Fig. 1) [1]—[3], [6], [8], [9], [12], [19].

Der effektive Durchmeſſer der Schaufelräder, gemeſſen von Mitte zu Mitte zweier gegenüberliegender Schaufeln, ergibt ſich aus der Umfangsgeſchwindigkeit V des Rades und der Umdrehungszahl pro Minute $n = 30$ bis 50 zu $D_e = V \cdot 60 : \pi n$. Iſt v die Schiffsgeſchwindigkeit in Metern pro Sekunde und s die Größe des Slips, ſo wird $D_e = (v + s)\,60 : \pi n$ oder mit Bezug auf die Geſchwindigkeit in Knoten K [1], [2]: $v = \frac{1852 \cdot K}{60 \cdot \pi n}\left(\frac{100 + s\,\%}{100}\right)$. Der Slip in Prozenten iſt bei Rädern mit feſten Schaufeln 15—30 %, bei Rädern mit beweglichen Schaufeln 12—20 % und berechnet ſich nach $s\,\% = 100\,(\pi n D_e - 60\,v) : \pi n D_e$. Der innere Durchmeſſer muß, damit die Schaufeln an ihrem inneren Rand keine geringere Geſchwindigkeit wie das Schiff beſitzen und hierdurch Widerſtände entſtehen, größer ſein als $1852 \cdot v : \pi n \cdot 60$. Man ſetzt daher $D\,\mathrm{min} = 1{,}1$ bis $1{,}15 \cdot 1852 \cdot v : \pi n \cdot 60$. Der Durchmeſſer der Räder muß jedoch auch mit Bezug auf Freibordhöhe und Eintauchungstiefe der Schiffe bemeſſen werden. Das Areal der Schaufeln A beſtimmt man aus $A = \xi J H P : D_e$, worin $J H P$ die Anzahl der indizierten Pferdeſtärken der Maſchine angibt. ξ iſt für Räder mit feſten Schaufeln = 0,005—0,007, mit beweglichen Schaufeln = 0,008—0,01. Die Entfernung der Schaufeln auf dem Kreiſe des effektiven Durchmeſſers iſt 0,9—1,2 m, für Flußſchiffe bis 0,7 m, bei beweglichen Schaufeln bis zu 1,9 m. Es ſollen möglichſt drei Schaufeln zugleich eintauchen. Das Verhältnis der Länge (l) zur Breite (b) der Schaufeln beträgt für ſchnelle Seeraddampfer $b = 0{,}43 \cdot l$, für Revierraddampfer $b = 0{,}23$ bis $0{,}3 \cdot l$, für Flußraddampfer $= b = 0{,}17$ bis $0{,}24\,l$ und zwar paſſen die größeren Breiten für die Räder mit feſten Schaufeln. Die Eintauchungstiefe des oberen Schaufelrandes wählt man für große Schiffe 0,5—0,7, für mittlere Schiffe 0,1—0,5 m, für kleine 0,05—0,15 m [1], [2], [6], [13]. — Der Einbau der Räder im Schiff erfolgt entweder an den Schiffsſeiten (Seitenräder), am Heck (Heckräder) oder innerhalb des Schiffes (Mittelräder); letztere Konſtruktion iſt veraltet. Die Seitenräder ſind die gebräuchlichſten, erhöhen aber mit dem ſie ſchützenden Radkaſten ſehr die Schiffsbreite. Für Kanäle und Flüſſe werden daher Heckräder zur Bedingung.

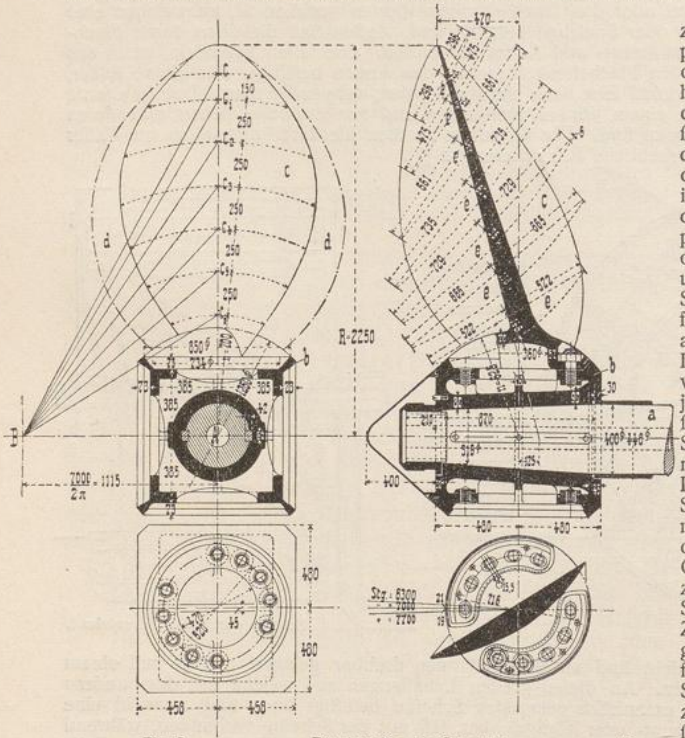


Fig. 2.
a Schraubenwelle.
b Schraubennabe.
c Schraubenflügel.
d Abgewickelte Fläche des Flügels.
e Querſchnitte des Flügels.

Durchmeſſer der Schraube	4,5 m
Mittlere Steigung	7,0 „
Größte Steigung	7,7 „
Kleinſte Steigung	6,3 „
Projektionsfläche von vier Flügeln	5,74 qm
Projektionsfläche: Kreisfläche	0,361 „
Abgewickelte Fläche von vier Flügeln	7,73 „

3. Die **Schiffsſchraube** iſt zurzeit der wirkſamſte Propeller zum Treiben der Schiffe, da der von derſelben nach hinten geworfene Waſſerſtrom den größten Querſchnitt beſitzt und die Beſchleunigung desſelben leicht geſteigert werden kann. Die Schiffsſchraube iſt eine Druckſchraube, welche durch den Druck oder Propellerſchub, den die hintere oder Druckfläche gegen das umgebende Waſſer ausübt, das Schiff nach vorn treibt. Anfänglich beſtand die Schraube aus einem Blatt, welches die Länge eines Schraubenganges von großer Steigung hatte. Da jedoch der Raum im Hinterſchiff zur Unterbringung der Schraube beſchränkt iſt, ſo mußte man, um die nötige Druckfläche zu erhalten, den Schraubengang mehrgängig machen und begnügte ſich dann mit einem Bruchteil des Ganges. Es entſtanden ſo die zwei- und mehrflügeligen Schrauben. Man iſt mit der Zahl der Flügel bis zu ſechs gegangen, doch ſind zurzeit faſt nur drei- und vierflügelige Schrauben in Anwendung. Die zweiflügelige Schraube erweiſt ſich freilich mit Bezug auf die Geſchwindigkeit des Schiffes am vorteilhafteſten, doch wirkt dieſelbe im Seegang ungünſtig und erzeugt heftige Stöße. Anderſeits beanſpruchen fünf-

und fechsflügelige Schrauben größere Reibungs- und Verdrängungsarbeit. Die Wirkſamkeit der Schiffsſchraube iſt von ſo mannigfachen Umſtänden abhängig, teilweiſe mit Bezug auf die Schiffsform, teilweiſe bezüglich der Maſchinenleiſtung, daß ſich genaue Formeln zur Beſtimmung der Schraubenelemente nicht feſtſetzen laſſen. Die Hauptdimenſionen ſowie die Form der Schraube ergeben ſich daher meiſt nach empiriſchen Formeln und praktiſchen Regeln.

Der Durchmeſſer der Schraube (D), d. h. der Durchmeſſer des von den Flügelſpitzen beſchriebenen Kreiſes (Schraubenkreis) und die Steigung (h), d. h. die Ganghöhe des Schraubengangs bilden die Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks, des Steigungsdreiecks, deſſen Hypotenuſe die Leitlinie der Schraube iſt. Der der Steigung gegenüberliegende Winkel heißt der Steigungswinkel α, und es iſt $\operatorname{tg}\alpha = \text{Steigung} : \text{Umfang} = h : \pi D$ (Fig. 2).

Die Steigung der Schraube iſt entweder konſtant — die Hypotenuſe des Steigungsdreiecks iſt dann eine Gerade —, oder ſie iſt variabel — die Hypotenuſe iſt dann eine gebrochene oder gekrümmte Linie. Bei der peripherial oder axial veränderlichen Steigung vergrößert ſich dieſelbe von der eintretenden Flügelkante zur austretenden. Die Richtlinien der hinteren, auf das Waſſer drückenden Fläche des Flügels werden gebrochene Linien, und die Steigung an der eintretenden Kante entſpricht der wirklichen Fortbewegung des Schiffes, d. h. der um die Größe des Slips verringerten Steigung, diejenige an der austretenden Kante der ganzen Steigung. Auf dieſe Weiſe werden die Stöße des Flügels im Waſſer vermindert. Bei den Flügeln mit radial veränderlicher Steigung haben die nach der Nabe zu gelegenen Flügelteile eine geringere Steigung als die nach dem Umfang liegenden. Dieſe Anordnung bezweckt, die Zentrifugalbewegung des Waſſers von der Nabe nach außen möglichſt einzuſchränken, um Wirbelbildungen zu vermeiden. Bei Schrauben mit peripherial und radial veränderlichen Steigungen bleibt die Eintrittsſteigung von der Nabe bis zur Flügelſpitze konſtant, die Austrittsſteigung wird jedoch in den nach dem Umfang zu gelegenen Flügelſchnitten größer als die Eintrittsſteigung, in den nach der Nabe zu gelegenen Teilen kleiner als jene [1]. — Die Größe der Steigung beſtimmt ſich einerſeits nach dem Durchmeſſer der Schraube, anderſeits nach der Umdrehungszahl der Maſchine und der Schiffsgeſchwindigkeit; die Berechnung erfolgt mit Hilfe des Slips. Man unterſcheidet ſcheinbaren und tatſächlichen Slip; erſterer iſt der Unterſchied zwiſchen der berechneten Geſchwindigkeit des Schraubenwaſſers und der wirklichen Geſchwindigkeit des Schiffes, letzterer iſt der Unterſchied zwiſchen der berechneten und wirklichen Geſchwindigkeit des Schraubenwaſſers; er iſt ſtets größer als der ſcheinbare Slip, da die Schraube meiſt in einem Vorſtrom arbeitet, welcher dem Schiffskörper nachſtrömt. Der Vorſtrom wird um ſo größer, je völliger das Hinterſchiff iſt; ſeine Einwirkung auf die Schraube iſt um ſo größer, je mehr dieſe an den Stellen des ſtärkſten Vorſtroms arbeitet, ſie iſt ſomit größer bei Einſchraubenſchiffen als bei Zweiſchraubenſchiffen. Im allgemeinen iſt die Vorſtromgeſchwindigkeit $U = 0{,}05$ bis $0{,}30\,V$. Der tatſächliche Slip (s_t) iſt dann $s_t\,\% = V - (v - U) : V$ und der ſcheinbare Slip (s) $s\,\% = s_t\,\% - U : V$. Iſt der tatſächliche Slip ſehr klein und der Vorſtrom verhältnismäßig groß, ſo kann es vorkommen, daß der ſcheinbare Slip negativ wird, ein Zeichen eines ungünſtigen Schraubenantriebs [6], [13]—[15].

Der Wirkungsgrad (η_s) der Schraube iſt gleich der nützlichen Arbeit des axialen Schubes durch effektive Leiſtung, alſo $\eta_s = N_n : N_e$. Er ſchwankt zwiſchen 40 und 70 %, wobei die kleineren Werte für kleine Schiffe mit Maſchinen von hoher Umdrehungszahl und mit kleinen Schrauben gelten (Motorboote), die größeren für größere Schiffe mit größeren Schrauben mäßiger Umlaufszahl. Der Wirkungsgrad iſt ferner abhängig von dem Durchmeſſerverhältnis ($D : h$), von der Form der abgewickelten Fläche (A) ſowie von dem tatſächlichen Slip [14], [15]. Bei Schiffen mit ſehr kleinen Schrauben und ſehr hoher Umdrehungszahl — Schiffe mit Dampfturbinenantrieb — kann der Wirkungsgrad ferner durch die ſogenannte Kavitation der Schraube ſehr verringert werden [6], [21]. Das Durchmeſſerverhältnis ($D : h$) wählt man zwiſchen 0,6 und 1,1. Die abgewickelte Fläche A iſt im allgemeinen gleich 0,3 bis 0,45 der Schraubenkreisfläche; der tatſächliche Slip beträgt 15—20 % [6] [13]—[18].

Die Berechnung des Schraubendurchmeſſers erfolgt meiſt nach der empiriſchen Formel $D = K_1 \sqrt[5]{\frac{JHP}{\left(\frac{n \cdot h}{100}\right)^3}}$, worin n die Umdrehungszahl pro Minute, JHP die indizierte Pferdeſtärke und K_1 eine Konſtante = 0,87 bis 1,38 iſt, wobei die kleineren Werte für völlige und langſame, die größeren für ſcharfe und ſchnelle Schiffe gelten [2], [3], [13], [14]. Der Durchmeſſer wird ferner nur ſo groß gewählt, daß die Umfangsgeſchwindigkeit der Flügelſpitzen 50 m pro Sekunde nicht überſteigt; auch muß die Tauchung der Flügelſpitzen unter Waſſer mindeſtens 0,3 bis 0,6 m betragen. Die abgewickelte Fläche wird empiriſch berechnet aus $z \cdot A = K_2 \sqrt{\frac{JHP}{n}}$, worin z die Zahl der Flügel und K_2 eine Konſtante darſtellen, deren Wert zwiſchen 1,8 für völlige und langſame Schiffe und 0,5 für ſcharfe und ſchnelle Schiffe ſchwankt. Der Flächendruck auf die Flügelfläche darf 0,3 bis 0,9 kg/qcm nicht überſchreiten, wobei die kleineren Werte wieder für völlige und langſame, die größeren für ſcharfe und ſchnelle Schiffe gelten. Für Schleppdampfer muß die abgewickelte Fläche mit Rückſicht hierauf größer gewählt werden, da zum Schiffswiderſtand des Schleppers noch derjenige des zu ſchleppenden Schiffes hinzukommt [13], [14].

Eine zeichneriſche Darſtellung der Schiffsſchraube iſt in Fig. 2 wiedergegeben. Die Steigungsdreiecke für die einzelnen Radien ABC, ABC_1, ABC_2 u. ſ. w. ſind in ihren Seitenlängen im Verhältnis vom Umfang zum Radius der Flügelſchnitte, d. h. um $1 : 2\pi$ reduziert. AB iſt daher $= h : 2\pi$ und für alle Radien, d. h. radial konſtant. Da die Querſchnitte der Flügel auf der Druckſeite von einer Geraden begrenzt ſind, ſo iſt auch die peripheriale Steigung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

konſtant. Die gekrümmten Begrenzungslinien ſind durch die Wandſtärken des Flügels bedingt und ſtimmen mit dem ſchwarzen Teil des Längsſchnitts überein [17], [20].

Die Zahl der Schraubenformen iſt eine erhebliche; doch haben ſich nur wenige in der Praxis bewährt. Dieſelben ergeben ſich in der Hauptſache aus der Geſtalt der Erzeugungslinie, d. h. derjenigen Seite der Querſchnittsfigur des Schraubenganges, welche die Druckfläche erzeugt. Erſtere iſt bei den meiſten Schrauben eine Gerade und ſteht entweder ſenkrecht — gewöhnliche Schraube — oder geneigt — neue franzöſiſche Schraube — zur Achſe. Im erſteren Fall entſteht als Druckfläche der Schraube eine rechtwinklige Schraubenfläche, im andern Falle eine ſchiefe Schraubenfläche. Die Erzeugungslinie iſt bisweilen auch eine gekrümmte Linie, und zwar entweder in der Achſenebene eine Kurve und in der Projektionsebene eine Gerade (Griffith- und Thornycroftſchraube) oder umgekehrt. Die Hirſchſchraube beſitzt eine Erzeugungslinie doppelter Krümmung, welche ſich in beiden Ebenen als Kurve darſtellt. Die gewöhnliche oder mathematiſche Schraube iſt eine Schraube mit konſtanter Steigung und abgerundeten Flügelenden. Sie findet am meiſten für volle Schiffsformen und mäßige Geſchwindigkeit Verwendung (Fig. 2). Die neue franzöſiſche Schraube hat konſtante Steigung und gerade Erzeugungslinie. Die Mittellinien der Flügelflächen bilden in der Projektionsebene archimediſche Spiralen. Der vorangehende Teil iſt in die Mitte der Flügelflächen verlegt. Die Mangin-ſchraube beſteht aus zwei hintereinander auf einer Nabe befeſtigten zweiflügeligen mathematiſchen Schrauben. Sie hat vornehmlich in der franzöſiſchen Marine für Kreuzer Verwendung gefunden. Die Hauptmerkmale der Griffith-ſchraube beſtehen in einer verhältnismäßig großen kugelförmigen Nabe, deren Durchmeſſer gleich zwei Dritteln des Schraubenradius iſt, ferner in der geringen Flügelbreite an den Enden. Die Spitzen der Flügel ſind um etwa $^1/_{24}\,D$ nach vorn gebogen (Fig. 3). Die Hirſchſchraube hat Flügel mit peripherial und radial veränderlicher Steigung, und die Erzeugungslinie in der Projektionsebene iſt eine archimediſche Spirale. Die Flügel bilden dementſprechend ſtark gekrümmte Flächen, deren Spitzen bei der Rotation den Teilen an der Nabe vorangehen. Hierdurch ſoll die Zentrifugalbewegung des Waſſers vermindert und eine möglichſt geſchloſſene Waſſerſäule nach hinten geworfen werden (Fig. 4). Die Thornycroftſchraube hat im beſonderen für Torpedoboote gute Reſultate ergeben. Sie beſitzt eine in der Achſenebene nach hinten geneigte und konvexe Erzeugungslinie; die Flügelform ähnelt in der Horizontalprojektion der Griffithſchraube. Die Steigung iſt an der ein- und austretenden Kante konſtant. Der Nikipropeller des Großherzogs Friedrich Auguſt von Oldenburg beſitzt eine längere Nabe, auf welcher die Flügel in axialer Richtung etwas verſetzt ſind [16].

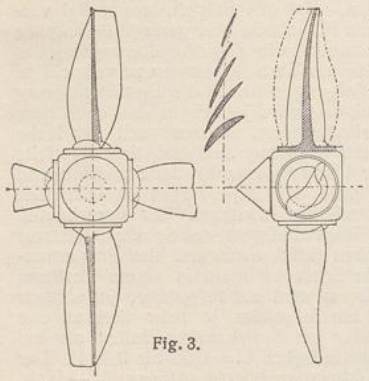


Fig. 3.

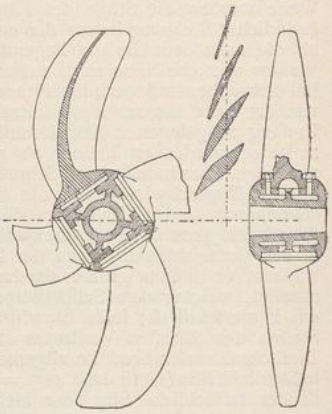


Fig. 4.

Das Material der Schrauben iſt Gußeiſen, Mangan- oder Phosphorbronze, Stahlguß oder geſchmiedeter Stahl. Letzteres Material wird vorzugsweiſe für Torpedofahrzeuge verwendet, und es werden die geſchmiedeten Flügel in die aus Stahlguß gefertigte Nabe mittels Schwalbenſchwanzes eingeſetzt und feſtgekeilt. Die gegoſſenen Schrauben beſtehen bei den kleineren Durchmeſſern aus einem Stück; größere Schrauben beſtehen aus einer gegoſſenen Nabe, auf welcher die einzelnen Schraubenflügel mittels Stifts oder Kopfſchrauben bezw. durch Keile befeſtigt werden. Zu dieſem Zweck erhalten die Flügel einen Flanſch mit länglichen Löchern für die Befeſtigungsſchrauben, ſo daß durch eine kleine Drehung der Flügel auf der Nabe die Steigung in engen Grenzen verändert werden kann (Fig. 2). Die Propellerflügel werden durch Schubkraft, Tangentialkraft ſowie Zentrifugalkraft beanſprucht, und jedes Flügelelement kann hiernach auf Feſtigkeit berechnet werden [14], [21]. Für überſchlägliche Berechnungen nimmt man an, daß der indizierte Schub pro Flügel in der Mitte der Flügelbreite in der Entfernung von $0{,}7\,D/2$ von der Wellenmitte angreift. Die Stärke an der Spitze variiert bei Bronze von 6 bis zu 20 mm, bei Gußeiſen von 15 bis zu 30 mm [13].

Die Schrauben kommen als Einzelſchrauben oder als Doppel- oder mehrfache Schrauben zur Verwendung. Die Einzelſchrauben werden am Hinterſchiff im Schraubenrahmen zwiſchen Hinter- und Ruderſteven gelagert. Für Kreuzer, welche längere Strecken unter Segel zurücklegen ſollen, pflegt man die Schraube in einem Heberahmen zu lagern, welcher beim Segeln die Schraube in den Schraubenbrunnen hebt und ſo dem ſtörenden Einfluß des Waſſers entzieht. Für kleinere Kreuzer bevorzugt man die Bevisſchraube, bei welcher die Schraubenflügel mittels einer in der hohlen Schraubenwelle gelagerten Stange ſo gedreht werden können, daß die beiden Schraubenflügel faſt parallel zur Längsſchiffsachſe ſtehen. Für Motorboote finden zum Umſteuern Drehflügelpropeller von Meißner Verwendung.

Literatur: [1] Busley, Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. — [2] Seaton, A manual of marine engineering, London 1895. — [3] Sennett, The marine steam engine, London 1882. — [4] Bourne, J.,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

The screw propeller, London 1867. — [5] Burgh, N. P., A practical treatise on modern screw propulsion, London 1891. — [6] Barnaby, Marine propellers, London 1900. — [7] Flamm, Verſuche mit Schaufelrädern neuer Konſtruktion für Raddampfer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894. — [8] Riehn, Ueber die Wirkungsweiſe der Schaufelräder und der Schrauben bei Dampfſchiffen, ebend. 1884. — [9] Pollard, J., und Dudebout, A., Théorie du navire, Paris 1894. — [10] Busley, C., Turbinenpropeller mit Kontraktor, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894. — [11] Müller, W., Die Schiffsmaſchine, Braunſchweig 1908. — [12] Haack, R., und Busley, C., Die techniſche Entwicklung des Norddeutſchen Lloyds und der Hamburg-Amerikaniſchen Paketfahrt-Aktiengeſellſchaft, Berlin 1893. — [13] „Hütte", des Ingenieurs Taſchenbuch, Berlin 1905. — [14] Bauer, G., Berechnung und Konſtruktion der Schiffsmaſchinen und Keſſel, Berlin 1908. — [15] Taylor, D. W., Resistance of Ships and Screw Propulsion, New York 1908. — [16] Achenbach, Die Schiffsſchraube, Kiel 1906/07. — [17] Wilda, Die Schiffsmaſchinen, Hannover 1905. — [18] Durand, The Resistance and Propulsion of Ships, New York 1898. — [19] Bienaymé, Les machines marines, Paris 1887. — [20] Klamroth, Leitfaden für den Unterricht in der Maſchinenkunde, Berlin 1907. — [21] Berlin, L. E., Machines marines, Paris 1899. *T. Schwarz.*

Proportion, eine Gleichung, bei der auf beiden Seiten ein Verhältnis ſteht, z. B. $a:b=c:d$. Hieraus folgt $ad=bc$ und durch Auflöſung $a=\frac{bc}{d}$. a und d heißen äußere, b und c innere Glieder der Proportion.

Man darf die inneren, ebenſo auch die äußeren Glieder der Proportion vertauſchen. Vertauſcht man die linksſtehenden, ſo muß man auch die rechtsſtehenden vertauſchen. Der Hauptumformungsſatz für Proportionen lautet: Iſt $a:b=c:d$, ſo iſt auch:

$ma+nb:pa+qb=mc+nd:pc+qd$, ſpeziell $a+b:a-b=c+d:c-d$

(korreſpondierende Addition und Subtraktion). Eine Proportion heißt ſtetig, wenn die inneren Glieder gleich ſind, z. B. $a:b=b:c$. Sind mehrere Quotienten einander gleich, ſo entſteht eine fortlaufende Proportion: $a:b:c:d:\ldots=a':b':c':d':\ldots$

Literatur: Wrobel, Die arithmetiſchen und geometriſchen Verhältniſſe oder Proportionen, Roſtock 1885. *Wölffing.*

Proportion der Kunſtwerke, das Verhältnis der einzelnen Teile zu den übrigen und dem Ganzen [1].

Schon im hohen Altertum war man beſtrebt, Konſtruktionsmethoden zu ſuchen, die es ermöglichen, ſchöne Verhältniſſe hervorzubringen [2], [3]. Auch glaubte man früher dieſe Methode in dem ſogenannten goldenen Schnitt (ſ. d.) gefunden zu haben [4] und hiernach ſchöne Verhältniſſe an Werken der Baukunſt, der Skulptur und Kleinkunſt herſtellen zu können. In neuerer Zeit gibt Aug. Thierſch [5] eine Theorie über Herſtellung von ſchönen Verhältniſſen und ſtellt als Baſis derſelben die ſtetige Proportion überhaupt ſowie die Aehnlichkeit der Figuren auf. Er findet, daß ſich in den beſten Bauwerken aller Zeiten nachweiſen laſſe, daß ſich die Grundform wiederholt, indem die einzelnen Teile durch ihre Anordnung und Form ſtets einander ähnliche Figuren bilden.

Literatur: [1] Schuler, Die Harmonie in der Baukunſt, Hannover 1891. — [2] Heußlmann, E., Théorie des proportions appliquées dans l'architecture etc., Paris 1866. — [3] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture etc., Bd. 2, Paris 1864, S. 532. — [4] S. Literatur unter Goldener Schnitt. — [5] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 1. Halbband; Die architekton. Kompoſition; Die Proportion in der Architektur von Aug. Thierſch. *Weinbrenner.*

Proportionale Widerſtände feſter Körper. Bezüglich proportionaler Widerſtände unterhalb der Elaſtizitätsgrenze ſ. Elaſtizitätsgeſetz, Elaſtizitätsmodul, Zugelaſtizität, Druckelaſtizität, Schubelaſtizität, Torſionselaſtizität, Verſchiebungsarbeit, Torſionsarbeit, Biegungsarbeit u. ſ. w. Im folgenden handelt es ſich um beliebige Widerſtände. — Auf Grund bekannter Beziehungen und experimenteller Ermittlungen kam Kick 1879 zu der Annahme, welche er ſpäter „Geſetz der proportionalen Widerſtände" nannte: „Die Arbeitsgrößen A, A_1, welche zur übereinſtimmenden Formänderung zweier geometriſch ähnlicher und materiell gleicher Körper erfordert werden, verhalten ſich wie die Volumen V, V_1 oder Gewichte G, G_1 dieſer Körper". [6], S. 1, [3], S. 257. Es ſoll alſo ſein:

$$A:A_1=V:V_1=G:G_1=1:a^3, \qquad 1.$$

unter $1:a$ das Verhältnis der linearen Dimenſionen beider Körper verſtanden. Uebereinſtimmende Formänderungen ſind dabei ſolche genannt, welche zwei Körper geometriſch ähnlicher Anfangsformen zu ebenſolchen Endformen führen. Verſchiedenheit des Materials kann auch durch mechaniſche Behandlung, Härten, Gußhaut u. ſ. w. bedingt ſein. Die Geſchwindigkeiten der Formänderungen ſind als gleich vorausgeſetzt, doch ſollen kleine Differenzen keinen merklichen Einfluß ausüben [6], S. 2, 74, 87. Die Temperatur iſt konſtant angenommen.

Als zweite Form des Geſetzes führt Kick an [6], S. 2: „Die Drücke oder Preſſungen P, P_1, die zur übereinſtimmenden Formänderung zweier geometriſch ähnlicher und materiell gleicher Körper erfordert werden, verhalten ſich wie die korreſpondierenden Querſchnitte F, F_1 oder die Oberflächen O, O_1 der gepreßten Körper":

$$P:P_1=F:F_1=O:O_1=1:a^2. \qquad 2.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Als dritte Form wird von ihm gegeben [6], S. 4: „Körper beſtimmten Materiales und beſtimmter Form bedürfen zu einer beſtimmten Formänderung oder Teilung einer Arbeitsgröße A, welche gleich iſt dem Produkte aus dem Körpergewichte G und der für die Gewichtseinheit desſelben Materiales bei geometriſch ähnlicher Grundform und übereinſtimmender Formänderung oder Teilung benötigten Arbeitsgröße A_1:

$$A = G A_1. \qquad 3.$$

Nach 2. würden z. B. für geometriſch ähnliche prismatiſche Probeſtäbe, welche durch gleichmäßig auf die Endquerſchnitte verteilte Kräfte gezogen oder gedrückt werden (ohne Ausbiegung) übereinſtimmende Deformationen entſtehen, wenn die Bedingung erfüllt iſt $P : P_1 = F : F_1 = 1 : a^2$. Insbeſondere ſollten dann bei Zugproben die Bruchdehnung und Bruchkontraktion im Verhältniſſe $1 : a$ ſtehen, die Prozentwerte dieſer Dehnungen bezw. Kontraktionen alſo gleich ſein („Barbas Aehnlichkeitsgeſetz“, [4], S. 690, [6], S. 12, 51, [22]) und wie bei Zugproben auch bei Druckproben die Bruchbelaſtungen proportional den Quadraten homologer Seiten ſein, die Bruchſpannungen gleiche Werte haben („Vicats Aehnlichkeitsgeſetz“ [1], S. 210, [6], S. 13, 48).

Das Geſetz der proportionalen Widerſtände, ſoweit es durch Verſuche genügende Beſtätigung findet (ſ. insbeſondere [6], S. 43, [8], vgl. [2], [9]—[24]), iſt von Bedeutung für die mechaniſche Technologie, indem ſich danach aus Experimenten im kleinen ein Urteil über den ungefähren Kraft- oder Arbeitsbedarf im großen gewinnen läßt (vgl. Fließen feſter Körper). Sodann folgt daraus, daß behufs zweckentſprechender Vergleichung von Verſuchsreſultaten betreffend die Wirkung äußerer Kräfte auf feſte Körper die Probeſtücke von gleichen Dimenſionen oder wenigſtens geometriſch ähnlich ſein müſſen, was auch durch die Konferenzen für einheitliche Prüfungsmethoden (Bd. 3, S. 398) beſchloſſen wurde [7]. Auch für den Zuſammenhang zwiſchen den elaſtiſchen Deformationen von Modell und Ausführung bei Baukonſtruktionen liefert das Geſetz Anhaltspunkte, indem Steiner auf Grund der bekannten Ausdrücke für die Verſchiebungsarbeit (ſ. d.) von Fachwerken und gebogenen Stäben (bei konſtantem Elaſtizitätsmodul, konſtanter Temperatur und ohne Arbeitsleiſtung der Reaktionen während der Verſchiebungen) ausſprechen konnte [5], [6], S. 37: „Die Deformationsarbeiten, welche notwendig ſind, um geometriſch ähnliche elaſtiſche Stabſyſteme oder beliebig gekrümmte Stäbe gleichen Materials innerhalb der Elaſtizitätsgrenze ſo zu deformieren, daß ſie auch nach der Deformation geometriſch ähnlich bleiben, verhalten ſich wie die Volumen oder Gewichte der Syſteme.“ Um auf die Deformationsverhältniſſe eines Trägers T aus denjenigen eines Modells T_1 zu ſchließen, deſſen lineare Abmeſſungen $1/a$ derjenigen von T ſind, hätte man alſo die Belaſtungen von T_1 $1/a^2$ ſo groß als für T zu wählen, im Falle $a = 100$ beiſpielsweiſe 1/10 kg für jede Tonne. Für die Deformationen durch die Eigengewichte gilt alſo der ausgeſprochene Satz nicht, da letztere ſich wie $1/a^3$ verhalten. Für elaſtiſche Deformationen unter den Vorausſetzungen der erwähnten Ausdrücke für die Verſchiebungsarbeit erſcheint das „Geſetz der proportionalen Widerſtände“ durch die Steinerſche Ableitung bewieſen, während ſich ein allgemeiner Beweis nur unter nicht kontrollierbaren Bedingungen geben ließ [6], S. 33, ſo daß um ſo mehr weitere Verſuche darüber erwünſcht wären, inwieweit die fraglichen Sätze annähernd zutreffen. Auf Gußeiſen beiſpielsweiſe ſind ſie nicht ohne Einſchränkung anwendbar, wie neuerdings wieder Verſuche von Reuſch [19] ergaben, der daraus folgende Schlüſſe für Gußeiſenprüfung zog: „1. Die Probeſtäbe ſind in ungeteilten Kaſten ohne Gußnaht herzuſtellen. 2. Die Probeſtäbe ſind von unten zu gießen. 3. Bei Vorſchrift einer beſtimmten Biegungsfeſtigkeit iſt der Querſchnitt bezw. die Stärke des Stabes gleichfalls vorzuſchreiben, wobei die Stärke des Probeſtabes möglichſt der Stärke des Gußſtückes, das unterſucht werden ſoll, anzupaſſen iſt. 4. Den Probeſtäben iſt ein kreisrunder Querſchnitt zu geben. Bei den 1904 vom Verein deutſcher Eiſengießereien aufgeſtellten Vorſchriften für die Lieferung von Gußeiſen [23] iſt auf dieſe Ergebniſſe tunlichſt Rückſicht genommen.

Literatur: [1] Vicat, Recherches expérimentales sur les phénomènes physiques qui précèdent et accompagnent la rupture ou l'affaisement d'une certaine classe des solides, Annales des ponts et chaussées 1833, II, S. 201. — [2] Baufchinger, Experimentelle Unterſuchungen über die Geſetze der Druckfeſtigkeit, Mitteilungen aus dem Mech.-techn. Laboratorium zu München, Heft 6, 1876. — [3] Kick und Pollack, Beiträge zur Kenntnis der Mechanik weicher Körper, Dingl. Polyt. Journ. 1879, Bd. 234, S. 257, 345 (ſ. a. Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1880, S. 51). — [4] Barba, Etude sur les allongements des métaux après rupture, Mémoires de la société des ingénieurs civils 1880, I, S. 682, 749. — [5] Steiner, Die Deformationsarbeit elaſtiſcher feſter Körper, Flüſſigkeiten und Gaſe, Dingl. Polyt. Journ. 1884, Bd. 251, S. 289. — [6] Kick, Das Geſetz der proportionalen Widerſtände und ſeine Anwendungen, nebſt Verſuchen über das Verhalten verſchiedener Materialien bei gleichen Formänderungen ſowohl unter der Preſſe als dem Schlagwerk, Leipzig 1885. — [7] Beſchlüſſe der Konferenzen zu München 1884 und Dresden 1886 über einheitliche Prüfungsmethoden für Bau- und Konſtruktionsmaterialien, München 1887; hierzu Baufchinger, Mitteilungen aus dem Mech.-techn. Laboratorium zu München, 22. Heft, 1894, S. 233, 308; 23. Heft, 1895, S. 96. — [8] Kick, Neuere Beſtätigungen des Geſetzes der proportionalen Widerſtände, Dingl. Polyt. Journ. 1889, Bd. 272, S. 500. — [9] Tetmajer, Einfluß der Form und der Größe der Querſchnittsflächen auf den Ausfall der Zerreißproben, Mitteilungen der Anſtalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, 4. Heft, 1890, S. 285. — [10] Martens, Ueber Materialproben durch Schlagverſuche, Mitteilungen der Berliner Verſuchsanſtalten, 1891, S. 1, 53, 140. — [11] Baufchinger, Einfluß der Geſtalt der Probeſtäbe auf die Ergebniſſe der Zugverſuche, Mitteilungen aus dem Mech.-techn. Laboratorium zu München, 21. Heft, 1892, S. 9. — [12] Kick, Die Prinzipien der mechaniſchen Technologie und der Feſtigkeitslehre,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

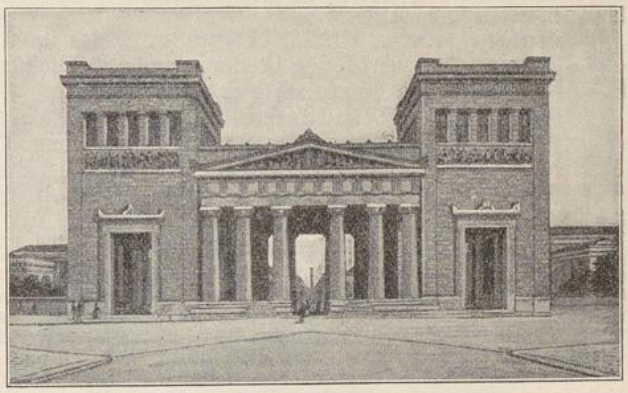
Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1892, S. 278, 919. — [13] Brandt, Ueber den Einfluß der Stabform auf die Dehnung bei Zerreißproben, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 528. — [14] Martens, Vorversuche über die Festigkeitseigenschaften von Kupfer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 1545 (ausführlicher in Mitteilungen der Berliner Versuchsanstalten 1894, S. 37). — [15] Martens, Ueber den Einfluß der Körperform auf die Ergebnisse von Druckversuchen, Mitteilungen der Berliner Versuchsanstalten 1896, S. 133. — [16] Rejtö, Die innere Reibung der festen Körper als Beitrag zur theoretischen mechanischen Technologie, deutsch von Gaul, Leipzig 1897, S. 1, 18, 69 u. s. w. (s. a. Rejtö, Rationelle Durchführung der Materialprüfung auf Grund des Gesetzes der Kraftvermittlung und der inneren Reibung, Baumaterialienkunde 1900, 1901). — [17] Martens, Handbuch der Baumaterialienkunde für den Maschinenbau, Berlin 1898, S. 95, 101, 109, 134, 147, 159, 171, 195, 259, 262, 263 u. s. w. — [18] Meyer, O., Ueber den Einfluß der Form und Dimensionen der Probestäbe auf die Ergebnisse der Zugversuche, Mitteilungen d. Technol. Gewerbemuseums in Wien 1902, S. 21. — [19] Reusch, Einfluß der Form und Herstellungsweise von gußeisernen Probestäben auf deren Festigkeit, „Stahl und Eisen" 1903, S. 1185 (s. a. 1904, S. 1256, 1258, und 1905, S. 422). — [20] Ludwik, Technologische Studie über Blechbiegung, ein Beitrag zur Mechanik der Formänderungen, Techn. Blätter 1903, S. 133. — [21] Ders., Zugversuche mit Flußeisen, ebend. 1904, S. 1. — [22] v. Tetmajer, Die angewandte Elastizitäts- und Festigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 187. — [23] Vorschriften für die Lieferung von Gußeisen, „Stahl und Eisen" 1900, S. 1255 (s. a. 1905, S. 404, 415). — [24] Meyer, O., Versuche, betreffend die Klarlegung des Einflusses, welchen die Querschnittsform der Probestäbe auf die Ergebnisse von Zugversuchen ausübt, Baumaterialienkunde 1905, S. 327, 337. *Weyrauch.*

Proportionalitätsgrenze, s. Elastizitätsgrenze, Dehnung (auch Zugelastizität, Druckelastizität u. s. w.), ferner Zerreißversuch.

Proportionen, konstante und multiple, s. Atomtheorie.

Proportionsgrenze, s. v. w. Proportionalitätsgrenze.

Propyläen, die hallenartigen Prachttore der Griechen, die den Zugang zu den geheiligten Tempelbezirken vermittelten. Die bekanntesten sind die von der Akropolis zu Athen und jene von Eleusis; diesen nachgebildet das von König Ludwig I. 1846/60 errichtete Prachttor in München (s. die Figur). *Weinbrenner.*



Propyläen zu München.

Propylit, s. Andesit.

Prospekt, in der Kunst, die Darstellung von Gesamtansichten von Straßen, Plätzen oder Häusergruppen; in Rußland versteht man darunter die schönen, breiten, geradlinigen Straßen (Petersburg). — In der Literatur die Darlegung eines Unternehmens (Bau, Buch, Maschine u. s. w.). *Weinbrenner.*

Proszenium, im römisch-griechischen Theater, der Ort, der sich zwischen den vortretenden Flügeln des Bühnenhauses erstreckte; es war der Raum, wo tatsächlich gespielt wurde (s. Theater). Im modernen Theater heißt Proszenium der Raum zwischen der Bühne und dem Zuschauerraum, der vom Orchester eingenommen zu werden pflegt. *Weinbrenner.*

Protalbinpapier, von M. Jolles und L. Lilienfeld 1897 in Wien erfundenes photographisches Kopierpapier, das mit Chlorsilberemulsion, deren Bindemittel aus einem Pflanzeneiweißkörper besteht, versehen ist.

Während Eieralbumin zur Herstellung von photographischem Emulsionspapier nicht verwendbar ist, gelingt dies gut mit Nucleoproteiden, die bei geeignetem Verfahren aus Pflanzeneiweißsubstanzen als schwefelfreie, in Alkohol lösliche und gegen Silbernitrat indifferente Produkte zu gewinnen sind. Für das Protalbinpapier (auch Phosphalbinpapier genannt) kommt ein Maisproteid zur Verwendung. Die Emulsion für Protalbinpapier zeigt den Typus der sonst für Celloidinpapier (s. d.) üblichen. Die Empfindlichkeit und die Gradation (erzielbare Tonabstufung beim Kopieren, ob reich an Abstufungen, ob mit harten oder weichen Uebergängen) der Schicht des Protalbinpapiers stehen zwischen denen des Albumin- und denen des Celloidinpapiers. Alkalische Goldbäder dürfen zum Tonen (s. Photographie und Tonbäder) nicht verwendet werden, weil Alkalien schädlich auf die Schicht einwirken; man benutzt deshalb

Rhodangoldbäder, bleihaltige Tonfixierbäder (ſ. d.) u. ſ. w. Auf Protalbinpapier hergeſtellte Bilder ſind ſehr widerſtandsfähig gegen mechaniſche Verletzung und gegen Feuchtigkeit; ſie beſitzen Glanz, laſſen ſich gut fatinieren und vergilben weit weniger als gewöhnliche Albuminkopien. (Vgl. Eder, J. M., Ausführl. Handbuch der Photographie, 4. Teil, 2. Aufl., Halle a. S. 1899.) *A. W. Unger.*

Proteinſtoffe, ſ. Eiweißſtoffe.

Protektor, ſ. v. w. Schützenwächter; ſ. Weberei. Vgl. a. Schloß.

Protodoriſch wird die Säulenform genannt, die ſich an den Vorhallen der Felſengräber zu Beni-Haſſan (ſ. die Figur) in Mittelägypten vorfindet.



Felſengrab zu Beni-Haſſan.

Dieſe Bauten entſtanden vor Ende des dritten Jahrtauſends vor Chriſtus. Die äußere Geſtaltung der Säule mit flacher Kanellierung ſowie das wagerecht auflagernde Gebälk zeigen große Verwandtſchaft mit der griechiſch-doriſchen Ordnung. *Weinbrenner.*

Protogin, ein granitiſches Geſtein (Protogingranit), das neben dem dunkeln Biotit noch ein hellgrünes, glimmerartiges Mineral (Sericit, Chlorit) in großen Lamellen führt und durch eine annähernd parallele Anordnung derſelben in vielen Fällen das Geſtein ſchiefrig macht (Protogingneis).

Bildet im Zentralſtock der Alpen (Montblanc, Gotthard, Aarmaſſiv u. ſ. w.) mächtige Gebirge. Verwendung zu Straßenbaumaterial (Pflaſterung und Kleinſchlag), auch zu Hoch- (Sockel) und Brückenbauten. Arkeſin, ein protogingneisartiges Geſtein mit viel lichtgrünem Glimmer und Talk in den Zentralalpen. *Leppla.*

Prototyp, ſ. v. w. Urbild, Urtypus, z. B. das internationale Meterprototyp.

Protze, der zweiräderige Vorderwagen der Geſchütze und Munitionswagen.

Prouſtit, ſ. v. w. Arſenſilberblende (ſ. d.).

Proviantamt, ſ. Bodenſpeicher, Lagerhäuſer und Siloſpeicher.

Proviantlaſt, an Bord der Schiffe, Raum zum Verſtauen des Proviants. Man verteilt den Proviant in die Trocken-, Fleiſch-, Brot- und Spirituslaſt.

P.S., ſ. v. w. Pferdeſtärke = 75 kg/m; ſ. Arbeit, Bd. 1, S. 268.

Pſeudochryſolith, ſ. Gläſer, natürliche.

Pſeudomorphoſe (Pſeudokriſtall), eine Kriſtallform, die der Subſtanz, die ſie bildet, nicht zukommt, ſondern von einer andern Subſtanz entlehnt iſt.

Wenn z. B. Serpentin in der Kriſtallform des Olivins, aus welchem er entſtanden iſt, auftritt, ſo bildet er eine Pſeudomorphoſe nach Olivin. Sie entſteht in der Regel durch chemiſche Veränderung und Neubildungen unter Beibehaltung der urſprünglichen Form. Man unterſcheidet: 1. Paramorphoſe, wenn die Subſtanz ſelbſt ſich nicht chemiſch verändert, ſondern nur eine Umlagerung oder andre Orientierung ihrer Molekel erleidet, z. B. wenn kohlenſaurer Kalk in der Kalkſpatform in Aragonit übergeht; 2. Umwandlungspſeudomorphoſe, wenn die urſprüngliche Subſtanz chemiſch verändert wird oder ganz verſchwindet und eine andre in ihre Form tritt. *Leppla.*

Pſeudoſkopiſche Erſcheinungen, Täuſchungen über Geſtalt, Richtung oder Größe von Figuren und Gegenſtänden infolge unwillkürlicher Befangenheit bei Beurteilung des Geſehenen.

Ein Quader mit ungleichen Dimenſionen erſcheint uns meiſt größer als ein gleichgroßer Würfel; von zwei gleichhohen Zimmern halten wir das größere für niedriger als das kleinere; von den beiden Hälften einer geraden Linie erſcheint die eine größer, wenn man ſie in Unterabteilungen teilt; Sonne oder Mond erſcheinen größer nahe am Horizont als hoch am Himmel, weil wir uns vom Himmel die Vorſtellung eines flachen Gewölbes machen und auf dieſes als Hintergrund die Sonne und den Mond projizieren. Jedes gute Gemälde ſoll die Täuſchung erwecken, als ob das auf der Fläche Dargeſtellte auch nach der Tiefe ausgedehnt wäre. Die von Müller-Leyer [1] entdeckte Täuſchung, daß zwei gerade Linien verſchieden lang erſcheinen, wenn an den Enden derſelben gleichlange Schenkel unter ſchiefen Winkeln gezogen werden, aber an beiden Linien in entgegengeſetzten Richtungen, hat eine ganze Literatur hervorgerufen, die man in [2] angegeben findet.

Literatur: [1] Du Bois-Reymonds Archiv für die geſamte Phyſiologie 1889, Suppl. S. 263. — [2] Beiblätter zu den Annal. f. Phyſ. u. Chem. 18, S. 116, 1894, u. 19, S. 795, 1895. *Aug. Schmidt.*

Pſilomelan (Hartmanganerz, ſchwarzer Glaskopf, Braunit), Mineral, waſſerhaltiges Manganſuperoxyd, wenn rein $H_2MnO_4 + H_2O$ (77—94 % MnO_2, außerdem beträchtliche Mengen an Baryumoxyd oder Kali und Manganoxydul).

Kriſtallform unbekannt; meiſt traubig, nierig und ſchalig. Blauſchwarz, matt ſchimmernd, Strich bräunlichſchwarz und glänzend; undurchſichtig; Härte 5½—6; ſpez. Gew. 4,0—4,3. Schwer ſchmelzbar und beim Glühen Sauerſtoff, beim Erwärmen Waſſer abgebend. Löslich in Salzſäure unter Chlorentwicklung. Vielfach mit Braunſtein zuſammen vorkommend in Gängen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und wie dieſer verwendet zur Darſtellung von Chlor und Sauerſtoff; ferner wird Pfilomelan zur Herſtellung farbiger Gläſer und Glaſuren gebraucht, endlich in der Porzellan- und Fayencemalerei. *Leppla.*

Pfychrometer, ſ. Feuchtigkeitsmeſſer.

Ptomaine (Leichenalkaloide), eine Reihe von organiſchen Baſen, die ſich bei der Fäulnis der Eiweißſtoffe infolge der Wirkung beſonderer Bakterien bilden und daher in verweſenden Leichenteilen angetroffen werden.

Sie ſind zum Teil äußerſt giftig, zum Teil nicht giftig und zeigen in ihren Reaktionen viele Aehnlichkeiten mit den Pflanzenalkaloiden. Einige von ihnen ſind nicht nur in ihrer Konſtitution aufgeklärt, ſondern auch bereits künſtlich dargeſtellt worden, wie das Cholin $C_5H_{15}NO_2$, das Neurin $C_5H_{13}NO$, das Tetramethylendiamin oder Putrescin $C_4H_{12}N_2$, das Pentamethylendiamin oder Kadaverin $C_5H_{14}N_2$ u. ſ. w. Von beſonderem Intereſſe unter den von Fäulniserregern erzeugten Stoffen iſt das von Fauſt iſolierte Bakteriengift, das Sepſin $C_5H_{14}N_2O_2$, das als Träger der für faulende Maſſen charakteriſtiſchen toxiſchen Wirkungen anzuſehen iſt. Fauſt ſtellte das Sepſin in Form des kriſtalliſierenden Sulfats dar.

Literatur: Brieger, Ueber Ptomaine, Berlin 1885/86; Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig 1893, 3. Aufl., Bd. 1, S. 1156 ff.; Hammarſten, O., Lehrbuch der phyſiologiſchen Chemie, Wiesbaden 1907. *Bujard.*

Pud, ruſſiſches Gewicht = 40 ruſſiſche Pfund = 16,38 kg.

Puddeln, Puddeleiſen, -maſchine, -ofen, -prozeß, -ſchlacke, -ſtahl, ſ. Schweißeiſen, Schweißſtahl.

Puddingſtein, ſ. Konglomerat.

Puddle, Tonſchlag, Lettenſchlag, Tonhinterfüllung, auch Miſcherde bezeichnend, ein ſchichtenweiſe aufgetragener und geſtampfter Tonkörper zur Bildung eines waſſerdichten Abſchluſſes auf Bodenflächen, in Bodenſchlitzen, in Erddämmen oder hinter Mauern, auf bezw. vor welchen eine Waſſeranſammlung ſtattfindet.

Ein gewiſſer Sandzuſatz zum Ton erſcheint günſtig. Nach Verſuchen von Wollny [1] erzielt man durch ein Vermiſchen, Puddeln, des Tones mit 10—20% Sand die größte Waſſerundurchläſſigkeit, und nach Unterſuchungen von Schelten [2] macht ein Sandzuſatz von 15—18% die Miſchung am feſteſten, widerſtandsfähigſten. In jedem Falle muß der Puddle gegen die direkte Einwirkung von Luft und Waſſer geſchützt werden, und zwar geſchieht dies in der Regel durch eine entſprechend dicke Ueberdeckung bezw. Umſchüttung mit gewöhnlicher Erde. Bei kleinen Erddämmen, wie z. B. häufig bei Schiffahrtskanälen (ſ. d.), ſtellt man in der Mitte, im Kern derſelben, den Tonſchlag als einen etwa 0,4 m dicken, vertikal ſtehenden Erdkörper her, der auch als Puddlewand, Puddlewall, Puddledamm, Tonkern bezeichnet wird. Bei hohen Staudämmen aus Erde bekommt die der engliſchen Ausführungsweiſe entſprechende mittlere Puddlewand (clay puddle) an der Krone 1,5—4,0 m Stärke und nach abwärts jederſeits einen Anzug (Böſchung) von $^1/_{12}$—$^1/_{24}$. Behufs vollkommenen, waſſerdichten Abſchluſſes wird ein ſolcher Tonkern auch mit vertikalen Wänden im ausgehobenen Schlitze bis auf die undurchläſſige Felsſchicht eingelegt.

Literatur: [1] Wollny, Forſchungen auf dem Gebiete der Agrikulturphyſik, 1891, Bd. 14, S. 22. — [2] Ueber Güte und Widerſtandsfähigkeit von Deichmaterialien, Zeitſchr. f. Bauweſen 1877, S. 351.

Puddler, ſ. Schweißeiſen, Schweißſtahl.

Puddlewand, ſ. Puddle.

Puder, Pudern bezeichnet in der Gießerei das Einſtauben der Sandformen. Es hat entweder den Zweck: 1. das Zuſammenbacken von Teilen einer Sandform, die wieder getrennt werden müſſen, zu verhindern, wozu man Ziegelmehl oder trockenen Sand verwendet, die aus einem Gazebeutel aufgeſtäubt werden, oder 2. das Anhaften (Anbrennen, Anfritten) des Sands an das Gußſtück zu vermeiden oder den Gußſtücken eine ſchöne gleichmäßige Farbe zu verleihen, wozu man feines Koks-, Holzkohlen-, Graphitpulver, Aſche, Stärkemehl, Lycopodium, Lycodin u. a. benutzt. Vgl. a. Stärkefabrikation. *A. Widmaier.*

Pudergold, echtes Gold in feinſt verteiltem Zuſtande, namentlich für Porzellanmalerei.

Pülpe, der bei der Kartoffelſtärkefabrikation entſtehende Abfall; ſ. Stärkefabrikation. Pülpefänger, ſ. Zuckerfabrikation.

Pülvlage, ſ. Packwerk, Bd. 6, S. 792.

Pürgen, ſ. Broſchieren, Lederfärberei.

Pütten, 1—1,5 m tiefe Gruben auf dem Vorlande der Seedeiche, aus denen die Gewinnung der Deicherde erfolgt (vgl. Seedeiche). Um die Wiederaufſchlickung der Pütten zu befördern, läßt man zwiſchen ihnen 4—6 m breite Dämme, ſogenannte Speckdämme, ſtehen. *Frühling.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Püttingsſchienen, eiſerne Schienen, welche mit ihrem unteren Ende mittels der Püttingsbolzen an der Außenhaut des Schiffes befeſtigt ſind und mit dem oberen Teil ſich gegen die Rüſten lehnen. Am oberen Ende tragen ſie ein Auge, in das die Jungfern zum Setzen der Wanten des Maſtes eingreifen. *T. Schwarz.*

Pütze, ein Eimer mit Taubügel für den Reinigungsdienſt an Bord.

Puffer, alle federnden, mit Anſchlagplatten verſehenen Maſchinenteile.

Bei Eiſenbahnfahrzeugen dienen die Puffer zur Abſchwächung der Stöße beim Verſchieben und während der Fahrt. Für die ſchweren langen Perſonenwagen, wie ſolche zurzeit in Schnellzügen laufen, genügt die einfache Federung nicht, und werden die Puffer behufs ruhiger und ſicherer Fahrt der Wagen durch die Bahnkrümmungen mit je zwei Federn verſehen und noch durch Ausgleichhebel miteinander verbunden; vgl. a. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 337. *A. Birk.*

Pulſion (Pulſionsventilation, Drucklüftung), ſ. Lüftung geſchloſſener Räume, Bd. 6, S. 237.

Pulſometer, ſ. Pumpen, S. 285.

Pult, Tiſch mit ſchräger Platte.

Pultdach, ſ. Dach, Dachſtuhl, Bd. 2, S. 489, 514 und 526.

Pulver, jede Subſtanz in feiner Verteilung, beſonders Schießpulver; vgl. Geſchoßtreibmittel, Munition, Sprengſtoffe.

Pulveriſieren, ſ. Zerkleinern, Zerkleinerungsmaſchinen, Mühlen.

Pulvermagazin (Pulverturm), Gebäude zur ſicheren Aufbewahrung des Schießpulvers oder eines andern Sprengſtoffs, wobei dieſer gegen Feuchtigkeit geſchützt und vor einer Exploſion bewahrt werden muß. Zu dieſem Zweck ſind Fußböden und Mauern hohl zu richten, der Innenraum mit Holz zu täfern ſowie eine Blitzableitung anzubringen.

Die ſogenannten Friedensmagazine ſind leicht in Riegelfach, von bewohnten Stätten etwa 1 km entfernt, zu erbauen und mit einem Erdwall oder hoher Hecke zu umgeben. In ſolchen wird die zum Gebrauch fertige Munition aufbewahrt, ſeltener ganze Pulverfäſſer. Die in den Feſtungen erbauten Kriegsmagazine ſind bombenſicher in Stein und Stampfmauerwerk erſtellt und, ſoweit ſie noch benutzt werden, den neueren Anforderungen entſprechend gegen die Durchſchlagskraft der Geſchoſſe in den Decken verſtärkt. Die Trockenheit ſucht man durch Mauerwerk mit Luftkanälen und durch einen hohlliegenden Fußboden, deſſen Balkenlage auf Pfeilern aufruht, zu erreichen. Der Zugang erfolgt durch einen Vorraum mit einer ſeitlich angelegten Eingangstüre. Die in neuerer Zeit erbauten Magazine ſind ganz in Beton hergeſtellt, wobei Fußboden und Wände in Stampfmauerwerk mit ummantelten Lüftungsrohren oder Iſolierſchichten verſehen, die Gewölbe aber in verſtärktem Eiſenbeton erſtellt werden. Wegen der Exploſionsgefahr ſoll nur Material von geringem ſpezifiſchen Gewicht, das vollſtändig zerſtäubt oder in kleine Stücke bricht, zur Verwendung kommen, was bei Bims- oder leichtem Schlackenbeton der Fall iſt. Eiſen iſt in beſchränktem Maße zu verwenden. Als Beiſpiele mögen die in Fig. 1—6 dargeſtellten, von Wayß & Freytag in Neuſtadt a. H. ausgeführten Magazine dienen. Bei dem freiſtehenden Magazin zu Rottweil (Fig. 1—3) beſteht das tragende Gerippe aus zehn Eiſenbetonſäulen, die mittels eines Träger-

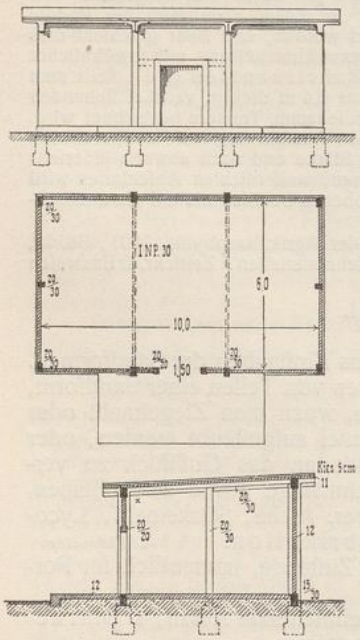
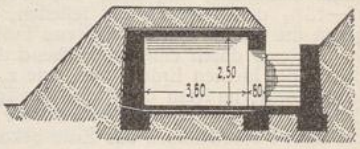
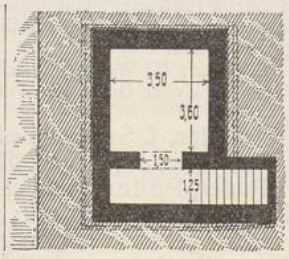


Fig. 1—3. Pulvermagazin der Vereinigten Köln-Rottweiler Pulverfabriken, Zweigniederlaſſung Rottweil.





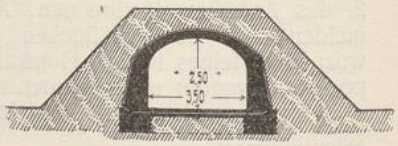


Fig. 4—6. Dynamitmagazin der Pfälziſchen Pulverfabriken A.-G. in St. Ingbert.

kranzes in Eisenbeton unter sich verbunden sind. Die 11 cm starke Decke, die zwischen diesem und zwei querliegenden Trägern in drei Felder eingespannt ist, besteht aus Bimsbeton mit Eisendrahteinlagen; darüber liegt Dachpappe mit einer 5 cm starken Kiesschichte überdeckt. Die Umfassungswände und der Fußboden sind in Stampfmörtel ohne Eiseneinlagen 12 cm stark erstellt. Das unterirdische Magazin für Dynamit in St. Ingbert (Fig. 4—6) ist innen vollkommen wasserdicht verputzt und ringsum durch Asphaltfilzplatten gegen Eindringen von Feuchtigkeit geschützt. *Weinbrenner.*

Pulverzüge, s. Eisenbahnbetrieb V, Eisenbahnverkehr III.

Pumpen, Maschinen zur Hebung von Flüssigkeiten. Die zahlreichen Pumpenarten unterscheiden sich nach der Art der Flüssigkeitsförderung in 1. Schöpfwerke, bei welchen die Flüssigkeit in Gefäße geschöpft und in diesen gehoben wird. 2. Schöpfwerke mit treibenden Flächen, Kolbenpumpen, Saugheber, Luftdruckapparate und Schraubenpumpen, Gasdruckapparate, Pulsometer und Dampfwasserheber; bei diesen Pumpenarten wird die Hebung durch einen auf die Flüssigkeit ausgeübten Druck mittels einer bewegten, gegen den Flüssigkeitsbehälter nicht dicht oder dicht abschließenden Fläche, durch den Druck der Atmosphäre oder gepreßter Luft, gespannter Gase oder gespannten Dampfes erzeugt. 3. Schöpfwerke mit Wurfbewegung, Schleuder- und Kreiselpumpen, hydraulische Widder und Wasserstrahlpumpen, Luftstrahlpumpen, Injektoren und Dampfstrahlpumpen. Hierbei erfolgt die Flüssigkeitshebung dadurch, daß der Flüssigkeit durch rasche Bewegung des Flüssigkeitsbehälters selbst oder durch ein im feststehenden Behälter sich schnell drehendes Schaufelrad oder durch einen Strahl von Druckwasser, gepreßter Luft oder gespanntem Dampf eine gewisse Geschwindigkeit erteilt wird, so daß die dadurch erzeugte lebendige Kraft der Flüssigkeit die bei der Hebung auftretenden Widerstände überwindet.

Wenn in der Sekunde Q cbm Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht γ (Gewicht von 1 cbm) auf die Höhe H in Metern zu heben sind, so ist die hierbei zu leistende Nutzarbeit in Pferdestärken $N = Q H \gamma : 75$. Die Betriebsarbeit der Pumpe beträgt dann $N_p = Q H \gamma : 75 \eta$, wenn η den Wirkungsgrad (Nutzeffekt) der Pumpe bedeutet. — Die in der Sekunde tatsächlich geförderte Flüssigkeitsmenge wird fast durchgängig etwas geringer sein als diejenige Menge, welche in der gleichen Zeit aus dem Flüssigkeitsbehälter in die Pumpe eintritt, da ein Teil der Flüssigkeit infolge der Bauart der Pumpe oder durch Undichtheiten u. s. w. wieder zurückläuft; der Quotient aus der tatsächlich geförderten und der in die Pumpe eintretenden Menge ist der Lieferungsgrad μ (quantitativer oder volumetrischer Wirkungsgrad oder Nutzeffekt). Werte von η und μ für die verschiedenen Pumpenarten s. unten.

Schöpfwerke.

Eimer, Wurfschaufeln, Becherwerke, Kettenpumpen, Wasserschnecken, Schöpfräder, Wurfräder, Pumpräder finden zum Teil noch im Bauwesen, zum Teil auch in landwirtschaftlichen Betrieben Verwendung. Eimer, an einem Bügel, an einer Stange oder mittels Kette oder Seil gehalten, werden in die zu schöpfende Flüssigkeit eingetaucht und gehoben, bei den Ziehbrunnen durch einen Haspel. Zum Ausschöpfen von Baugruben u. dergl. wird die Wurfschaufel benutzt, die mittels eines Stils von 1 bis 1,5 m Länge gehandhabt oder als Schwungschaufel (Wasserwippe) in einem Gerüst aufgehängt und durch ein Seil oder eine Stange bewegt wird. Selten wird der Wipptrog verwendet, ein flaches, mit einem Bodenventil versehenes Gefäß, das auf einem Bock drehbar gelagert ist; beim Eintauchen fließt Flüssigkeit durch das Ventil in den Trog, beim Heben tritt sie in ein an der Lagerstelle angebrachtes Abflußgerinne. Dem Becherwerk (s. d.) ähnlich ist das Eimer- oder Kastenwerk (Eimerkette, Eimer- oder Kastenkunst, Noria); die aus Holz oder Blech hergestellten Gefäße sind an einer oder zwei endlosen Ketten oder Seilen befestigt, welche über eine Trommel oder ein Triebstockrad oder über Kettenscheiben gelegt und durch diese bewegt werden; bei geneigter Aufstellung müssen die Ketten auch unten über Rollen gelegt werden; die Gefäße sind unbeweglich oder drehbar an der Kette befestigt. Im zweiten Fall hängen sie sich stets lotrecht, wodurch ein vorzeitiges Ausgießen der geschöpften Flüssigkeit vermieden wird. Geschwindigkeit der Eimerkette bis zu 1 m in der Sekunde; übliche Hubhöhe bis zu 3 m; Wirkungsgrad etwa 0,6—0,7; Verwendung zum Heben unreiner, schlammiger Flüssigkeiten, gelegentlich auch zur Bewässerung von Ländereien. Statt der Gefäße sind bei der Kettenpumpe (Schaufel- oder Scheibewerk, Schaufel- oder Scheibekunst, Püschelkunst) Scheiben oder Kolben in eine Kette ohne Ende eingeschaltet und werden damit in einem Rohr von rundem oder rechteckigem Querschnitt, bei stark geneigter Aufstellung auch wohl in einem oben offenen Gerinne bewegt. Fig. 1 zeigt die von Bastier angegebene Bauart; die treibende Scheibe faßt die Scheiben durch Aussparungen ihres Kranzes. Die Scheiben werden bei sorgsamer Ausführung mit Lederscheiben oder Kautschukdichtung zum dichten Anliegen an die eiserne Röhre versehen; ältere Anordnungen zeigen die Verwendung ausgepolsterter Kugeln oder Kissen. Anwendung bei Hubhöhen bis zu 3 m; Steigrohrweite 0,12—0,15 m; Scheibenabstand 0,8—1 m; Geschwindigkeit der Kettenbewegung 0,9—1,2 m in der Sekunde. Verwendung zur Förderung dickflüssiger Substanzen, wie Jauche, Teer, Schlempe u. dergl. Der kaum noch angewendeten archimedischen Schnecke,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einer mit dem unteren Ende in die zu hebende Flüſſigkeit eingetauchten, mit geneigter Drehachſe gelagerten, ſchraubenförmig gewundenen Röhre iſt die Waſſerſchnecke nachgebildet ([1], S. 12, Tonnenmühle); eine oder mehrere, aus Holz oder Blech hergeſtellte Schraubenflächen ſind um eine in Drehung verſetzte Achſe angeordnet und von einem zylindriſchen Mantel umgeben. Bei der Waſſerſchraube ([1], S. 28) fällt dieſer Mantel weg und die Schraubenflächen bewegen ſich mit kleinem Spielraum in feſtſtehendem Gerinne. Bei beiden Pumpenarten treiben die mit dem unteren Ende eingetauchten Schraubenflächen durch ihre Drehbewegung aufwärts nach dem Ausfluß. Verwendung im großen für Entwäſſerungsanlagen (vielfach in Holland) für Hubhöhen bis 4,5 m; Neigungswinkel der Drehachſe gegen die Wagerechte gewöhnlich 30°; Durchmeſſer der Schraube bis zu 1,75 m, Schraubenlänge bis zu 10 m; Neigungswinkel der Schraubenfläche im mittleren Zylinder gewöhnlich 30°; Wirkungsgrad je nach der Ausführung 0,75—0,9. — In verſchiedenen Formen, gewöhnlich zur Bewäſſerung von Ländereien, wird das Schöpfrad (Eimer-, Zellen- oder Kaſtenrad) angewendet. Das chineſiſche Schöpfrad (Fig. 2) iſt mit röhrenförmigen, das fränkiſche Schöpfrad (Fig. 3) mit kegelförmigen Kübeln am Umfang verſehen; Fig. 4 zeigt die bewegliche Aufhängung von Eimern am Radkranz; andre Räder, deren Kranz zu Zellen

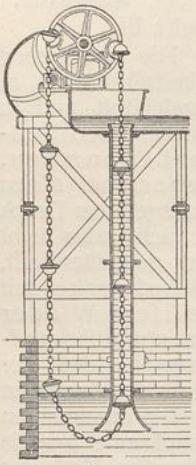


Fig. 1.

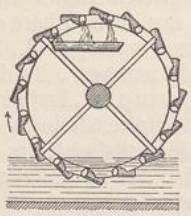


Fig. 2.



Fig. 2a.

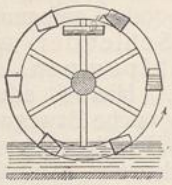


Fig. 3.



Fig. 4.

ausgeſtaltet iſt, ſ. [1], S. 10. Kaum mehr angewendet werden das Trommelrad (Tympanum, [1], S. 10) und das Schneckenrad, bei welchem das gehobene Waſſer an der Welle zum ſeitlichen Abfluß gelangt. Durchmeſſer der Schöpfräder gewöhnlich 5—8 m, Umfangsgeſchwindigkeit ungefähr 1 m; Antrieb vielfach durch ein damit verbundenes Waſſerrad oder mittels Göpels. Die Wurf- und Pumpräder ſind mit ebenen oder gekrümmten Schaufeln verſehen, die bei der Drehung des Rades in das Innen- oder Unterwaſſer (Polder)

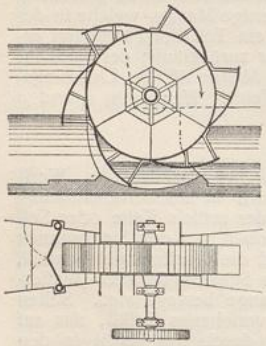


Fig. 5.

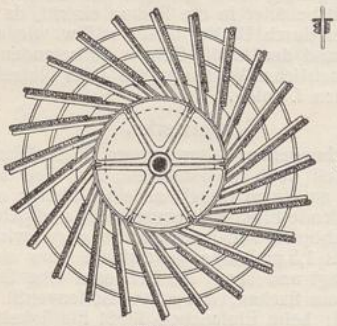


Fig. 6.

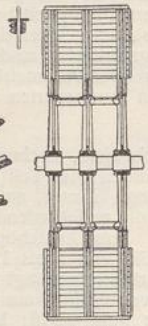


Fig. 6a.

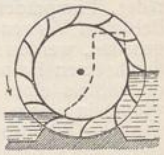


Fig. 7.

tauchen und dieſes in einem Gerinne (Aufleiter) aufwärts in den Abfluß des Ober- oder Außenwaſſers (Mahlbuſen) ſchieben. Das Zurücklaufen des gehobenen Waſſers wird durch möglichſt dichten Anſchluß der Schaufeln an das Gerinne und durch geeignete Schaufelform oder geſchloſſenen inneren Radkranz vermieden. Fig. 5—7 zeigen Ausführungsformen: Schaufelform von Overmars (Fig. 5), von Malmedie (Fig. 6), von Rijk (Fig. 7); gebräuchlicher Raddurchmeſſer 5—10 m, Radbreite 1—3 m, Umfangsgeſchwindigkeit 1—2,5 m; Nutzeffekt je nach Güte der Ausführung 0,5—0,7; quantitativer Wirkungsgrad 0,8—0,95; Verwendung insbeſondere bei großen Be- und Entwäſſerungsanlagen mit Antrieb durch Dampfmaſchinen, z. B. in Holland, Norddeutſchland. Näheres in [1], über alte Ausführungen in [2], über neuere Schöpfwerksanlagen Norddeutſchlands in [3] und [4].

Kolbenpumpen.

Bei Kolbenpumpen erfolgt die Hebung der Flüſſigkeit durch Saug- oder Druckwirkung oder durch beides. Ueber Saugwirkung ſ. [1], S. 36 ff. und S. 107. Die Saugwaſſerſäule wird bewegt durch den Luftdruck A. (Der normale Barometerſtand von 76 cm Queckſilberſäule entſpricht einer Waſſerſäule $A = 10{,}33$ m.) Zu überwinden iſt die Saughöhe H_s (in Metern) vom tiefſten Waſſerſpiegel bis zum höchſten Punkte des eigentlichen Pumpenraumes (ſ. Fig. 8) und ferner die Widerſtandshöhe h_w (in Metern), die den hydrauliſchen Widerſtänden einſchließlich dem Beſchleunigungswiderſtand der Waſſermaſſen entſpricht. Die überſchüſſige Waſſerſäule $A - H_s - h_w$ muß > 0 ſein. — Bei andern Flüſſigkeiten als Waſſer iſt die Saughöhe mit dem

ſpezifiſchen Gewicht zu multiplizieren, um H_s in Metern Waſſerſäule zu erhalten. Für heiße Flüſſigkeiten iſt ferner von A der der Temperatur entſprechende Dampfdruck abzuziehen. Die Zuführung der Flüſſigkeit zur Pumpe bei ſaugender Wirkung erfolgt durch das Saugrohr (Saugleitung) oder, falls die Flüſſigkeit durch ihr eignes Gewicht einfließt, durch ein Fall- oder Zuflußrohr; die Weiterführung bis zum Ausfluß während der Druckwirkung erfolgt durch das Druck- oder Steigrohr (Druck- oder Steigleitung). Förderhöhe iſt der ſenkrechte Abſtand des Flüſſigkeitsſpiegels im Behälter, aus dem die Flüſſigkeit entnommen wird, und der Achſe der Ausgußmündung oder des Flüſſigkeitsſpiegels im Behälter, in welchen das Druckrohr mündet, ſofern in beiden Behältern gleicher Luft-, Gas- oder Dampfdruck herrſcht [18]. Je nach der Bewegungsart des Kolbens werden unterſchieden Pumpen mit 1. gerade hin und her gehendem Kolben, 2. ſchwingendem (oſzillierendem), 3. drehendem (rotierendem) und 4. ſchraubenförmig bewegtem Kolben.

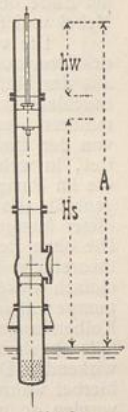


Fig. 8.

Pumpen mit geradlinig hin und her gehendem Kolben. Nach der Art des Kolbens unterſcheidet man Scheibenkolben-, Ventilkolben- und Tauch- oder Plungerkolbenpumpen. Hinſichtlich der Wirkungsweiſe einfach wirkende, doppelt wirkende und Differentialpumpen. Bei den erſteren wird während eines einfachen Hubes entweder nur geſaugt oder nur gedrückt, bei den doppelt wirkenden Pumpen findet bei jedem einfachen Hub Saug- und Druckförderung gleichzeitig ſtatt und bei den Differentialpumpen wird nur während des einen der beiden Hübe geſaugt, aber während beiden in die Druckleitung gefördert. Die Gehäuſe moderner Pumpen werden im allgemeinen als Körper von größter Widerſtandsfähigkeit gegen innere Preſſung und geringſtem Widerſtand gegen die zu fördernde Flüſſigkeit ausgebildet und ſetzen ſich dementſprechend aus Hohlzylindern und -kugeln oder dieſen möglichſt ähnlichen Körpern zuſammen (ſ. Fig. 14). Sogenannte Kaſtenpumpen mit flachen Wandungen werden nur für niedere Drücke und dann ausgeführt, wenn ſich beſondere Vorteile in der Herſtellung und Raumerſparniſſe ergeben.

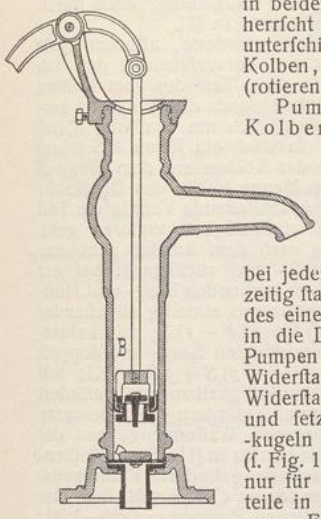


Fig. 9.

Für haus- und landwirtſchaftliche Zwecke wird die mit durchbrochenem Kolben verſehene einfach wirkende Saug- und Hubpumpe häufig angewendet; die einfachſte Form bildet die hauptſächlich in Holz hergeſtellte Bohlenpumpe, deren Körper aus vier zuſammengeſpundeten Bohlen beſteht; bei andern Arten dieſer als Hof- oder Straßenpumpe für die Förderung kleiner Waſſermengen auf kleine Höhen häufig aufgeſtellten Pumpe wird der Zylinder als durchbohrter, auch wohl mit einem Metallrohr ausgebüchſter Holzpfoſten, ferner aus Weißblech oder in Gußeiſen hergeſtellt. Letztere Bauart zeigt Fig. 9. Solche Pumpen werden gewöhnlich von Hand mit einem Schwengel getrieben und haben kein Druckrohr, ſondern an den Zylinder ſchließt ſich unmittelbar der Ausguß an. Der Kolben B (vgl. Fig. 9) iſt mit einem Ventil oder einer Klappe, ferner gewöhnlich mit Lederſtulpendichtung verſehen. Wenn der Saugwaſſerſpiegel tiefer als 6—7 m unter dem Ausguß liegt, ſo wird der Pumpenzylinder verſenkt aufgeſtellt (vgl. Fig. 20); der Ständer bildet dann das zum Ausguß führende Steigrohr (ſ. Arbeitszylinder, Bd. 1, S. 292). Vgl. a. Jauchepumpen.

Zwillingspumpen, beſtehend aus zwei einfachwirkenden Scheibenkolbenpumpen, welche in eine gemeinſchaftliche Druckleitung fördern, werden vielfach bei Spritzen angeordnet (ſ. Feuerſpritze, Bd. 3, S. 772, und [6]), ferner als Handpumpen auf Schiffen (ſ. [5]). Auch drei und vier Pumpen werden aus gleichem Grunde miteinander vereinigt.

Einfach wirkende Saug- und Druckpumpen mit Tauch- (Plunger-, Mönch-) kolben werden beſonders zur Ueberwindung großer Förderhöhen, z. B. als Druckſätze bei der Waſſerhaltung in Bergwerken (ſ. Pumpenzylinder, Fig. 1) oder bei größerem Gegendruck, z. B. als Keſſelſpeiſepumpen, Pumpen für hydrauliſche Preſſen (ſ. Probierpumpe, S. 247) angewendet. Zur Erzielung der Doppelwirkung läßt man die Plungerkolben in zwei voneinander getrennten Pumpenkörpern arbeiten; bei jedem einfachen Kolbenweg wird dann auf der einen Seite des Kolbens angeſaugt, auf der andern die vorher eingeſaugte Waſſermenge in das Steigrohr gedrückt; hierzu iſt auf jeder Kolbenſeite je ein Saug- und ein Druckventil nötig; dieſe können auch in mehrere zerlegt werden, um kleineren Ventilhub zu erhalten (vgl. Pumpenventile, Fig. 13). Durchbrochene, mit Ventil verſehene Tauchkolben ſind nach der Bauart von Rittinger und Althanns zur Waſſerhaltung in Bergwerken (ſ. Fig. 2, Pumpenzylinder und Fig. 18) angewendet worden; neuerdings werden ſie wohl kaum mehr für dieſen Zweck gebaut. Als Handſpritze findet die Rittingerpumpe noch Anwendung. Näheres in [1], S. 309. Fig. 10 zeigt eine Rittinger-Schachtpumpe nach der Ausführung von Haniel & Lueg.

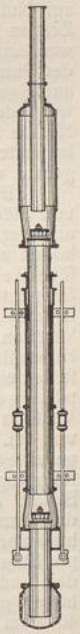


Fig. 10.

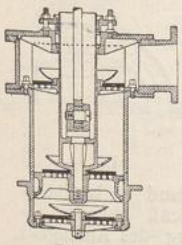


Fig. 11.

Durch gleichzeitige Verwendung eines Plunger- und eines Scheibenkolbens kann Doppelwirkung im Steigrohr erzielt werden. Fig. 11 zeigt die Anordnung einer Luftpumpe für Kondenſationsdampfmaſchinen; beim Kolbenaufgang wird angeſaugt und zugleich das über dem Scheiben-

kolben ſtehende Waſſer gehoben; beim Niedergang findet keine Saugwirkung ſtatt, dagegen drückt der niedergehende Plungerkolben eine gewiſſe Waſſermenge in das Steigrohr.

Längere Saug- und Druckleitungen müſſen bei Ueberſchreitung einer gewiſſen Hubzahl der Pumpen mit Saug- bezw. Druckwindkeſſeln verſehen werden. Näheres über deren Größe und Einfluß in [1], S. 87 ff. Ueber Luftfüllapparate für dieſelben ſ. [1] und [28]. — Zur Fernhaltung der in der zu fördernden Flüſſigkeit etwa enthaltenen Unreinigkeiten von der Pumpe wird häufig am Ende des Saugrohrs ein ſiebähnlicher Saugkopf (Saugkorb) angebracht. Wenn beim Aufhören des Pumpens die Flüſſigkeitsſäule im Saugrohr gehalten werden ſoll, ſo wird am Ende desſelben ein ſelbſttätig wirkendes, behufs Entleerung der Saugleitung auch durch Hebel und Stange zu öffnendes Fußventil (ſ. d.) angeordnet. Näheres in [1].

Die von einer Kolbenpumpe innerhalb einer beſtimmten Zeit geförderte, alſo am Ende des Druckrohrs ausſtrömende Flüſſigkeitsmenge ergibt ſich unter der Vorausſetzung, daß ſich aus der Flüſſigkeit nicht Luft, Gaſe oder Dämpfe abſcheiden, die einen Teil des vom Kolben durchlaufenen Raumes ausfüllen und daher den Zutritt der Flüſſigkeit durch das Saugrohr vermindern, aus folgendem: Wenn ein Kolben vom Querſchnitt F (qm) ſich um den Weg S (m) von der Einmündung des Saug- oder Zuflußrohres wegbewegt, ſo wird ein Raum FS (cbm) frei, in welchen Flüſſigkeit eintreten kann; verdrängt anderſeits der Kolben auf dem Wege S die im Pumpenzylinder vorhandene Flüſſigkeit, ſo wird dabei die Menge FS in das Druckrohr gepreßt, alſo nach dem Ausfluß gehoben, ſofern nicht durch zu ſpät ſchließende Ventile ein Teil dieſer Menge wieder zurückläuft oder durch Undichtheiten u. ſ. w. Flüſſigkeit verloren geht. Die ohne Berückſichtigung dieſer Beeinträchtigung der Förderung nach dem Ausfluß gehobene theoretiſche Flüſſigkeitsmenge iſt bei einem Doppelhub (Kolbenhin- und -rückgang): bei der einfach wirkenden Saug- und Druckpumpe: $M = FS$; bei der einfach wirkenden Saug- und Hubpumpe: $M = FS$; bei der doppelt wirkenden Saug- und Druckpumpe mit einſeitig abgehender Kolbenſtange vom Querſchnitt f nach Fig. 9: $M = FS + (F - f)S = (2F - f)S$; mit beiderſeits abgehender Kolbenſtange: $M = 2(F - f)S$; bei der einfach wirkenden Saug- und doppelt wirkenden Druckpumpe mit Tauchkolben vom Querſchnitt f: $M = (F - f)S + fS = FS$; ſoll hierbei während jedes einfachen Hubes im Druckrohr die gleiche Flüſſigkeitsmenge gefördert werden, ſo muß $f = F : 2$ ſein. — Für Pumpen mit zwei oder mehreren Zylindern oder mehreren zuſammenwirkenden Kolben wird ſich die Berechnung der geförderten Waſſermenge aus der Betrachtung der Wirkung jedes einzelnen Kolbens ergeben; Beiſpiele hierfür in [1]. Bei n Kolbenſpielen (Doppelhübe) in der Minute iſt die in der Sekunde tatſächlich geförderte Flüſſigkeitsmenge in Kubikmetern unter Berückſichtigung des Lieferungsgrades μ: $Q = \mu n M : 60$. Der Wert μ iſt bei zweckmäßig gebauten und in gutem Zuſtand erhaltenen Pumpen = 0,95—1,00; bei Anwendung unzweckmäßiger Ventile, ſchlechter Inſtandhaltung ſowie für die Förderung heißer Gaſe oder Dämpfe abgebenden Flüſſigkeiten kann μ bedeutend kleiner werden. Wird der Kolben von einer mit gleichförmiger Umdrehungsgeſchwindigkeit V laufenden Kurbel angetrieben, ſo wächſt die Kolbengeſchwindigkeit auf dem Weg S von Null bis zum Wert V und ſinkt wieder auf Null. — Als mittlere Kolbengeſchwindigkeit wird der Wert $S : t$ bezeichnet, wenn t die Zeit in Sekunden bedeutet, während welcher der Kolben den Hub S zurücklegt. — Bei Anwendung zu großer Kolbengeſchwindigkeit kann eine Beeinträchtigung in der Wirkungsweiſe der Pumpe durch Störung im Spiel der Ventile ſowie dadurch eintreten, daß die im Saugrohr aufſteigende Flüſſigkeit dem Kolben nicht zu folgen vermag oder die im Druckrohr ſich bewegende Flüſſigkeitsſäule vom Kolben oder innerhalb der Druckleitung abreißt; Näheres in [1]. Neuere Ausführungen zeigen $v_m = 1$ bis 2 m bei n bis zu 100; jedoch ſind auch ſchneller laufende Pumpen ($v_m = 3$ m und darüber, $n = 200$ und mehr) als beſondere Spezialkonſtruktionen gebaut worden.

Beſondere Bedeutung haben die Pumpenanlagen der Waſſerverſorgungen und Kanaliſationen von Städten und größeren Bezirken, von Fabriken der chemiſchen und andern Großinduſtrien und der Waſſerhaltungen im Bergbau [17]. Um weſentliche Erſparniſſe an Anlage- und Betriebskoſten zu ermöglichen, ſowie größere Betriebsſicherheit zu erzielen, hat hier in den 1880er Jahren Riedler erſtmals mit Anwendung geſteuerter Pumpenventile die Möglichkeit einer weſentlichen Steigerung der Arbeitsgeſchwindigkeit dargetan [15], [17]. In der Folge wurden auch mit nur federbelaſteten Ventilen an zweckmäßig konſtruierten Pumpen hohe Hubzahlen bei ruhigem Gange erreicht. Fig. 12 und 13 ſtellen eine liegende Differentialplungerpumpe mit geſteuerten Ventilen dar. Fig. 14 zeigt eine von G. Kuhn in Stuttgart-Berg gebaute doppelt wirkende Plungerpumpe heutiger Bauart für Waſſerwerke, die normal mit 50 Doppelhüben pro Minute 250 cbm pro Stunde auf 70 m fördert und auf 80 Doppelhübe pro Minute mit 400 cbm pro Stunde geſteigert werden kann ([1], S. 346 ff.). Die vom Ueberſchuß des Luftdruckes über den Saugwiderſtand zu beſchleunigende Waſſermaſſe zwiſchen Saugwindkeſſel und Pumpenraum iſt tunlichſt reduziert. — Die Ventile ſind mehrſpaltig, gut geführt und federbelaſtet. Zur Vermeidung des Anſaugens

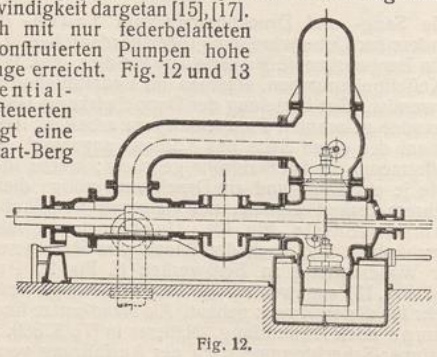


Fig. 12.

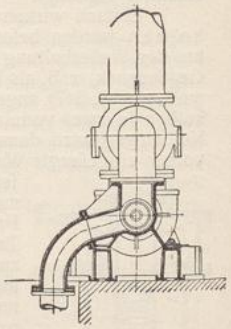


Fig. 13.

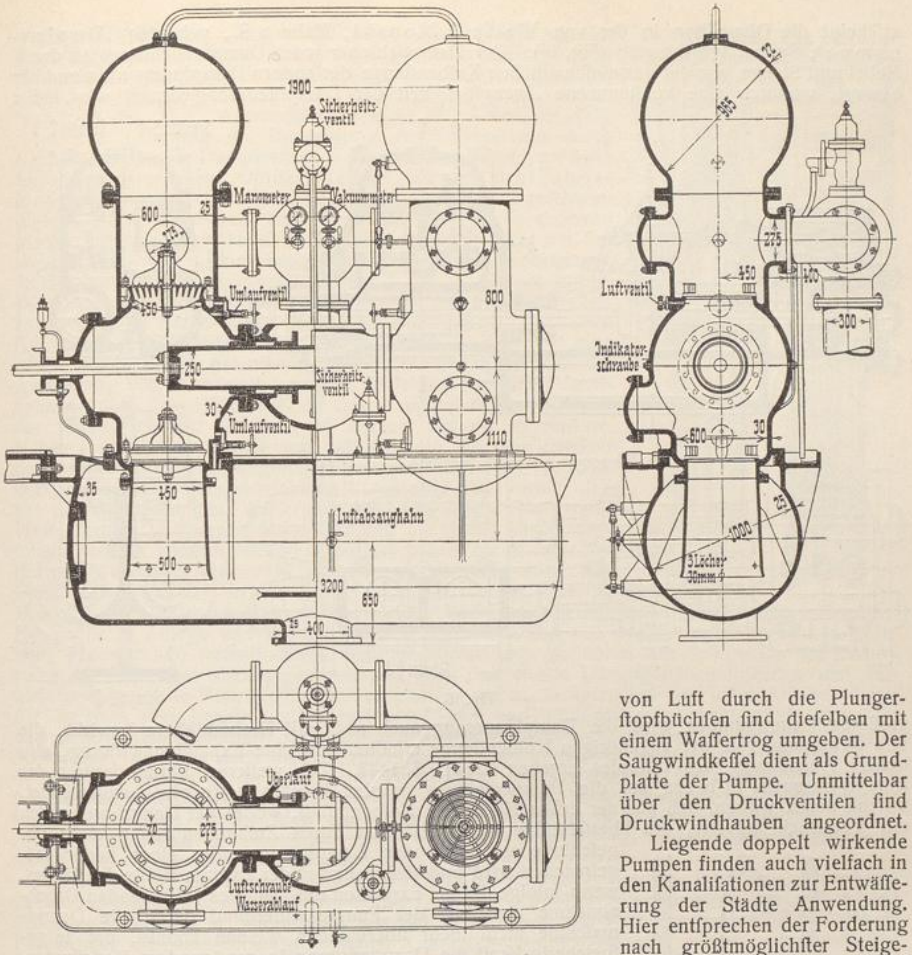


Fig. 14. Druckpumpe des Waſſerwerks zu Frankfurt a. d. O.
(Gebaut von G. Kuhn G. m. b. H. in Stuttgart-Berg.)

von Luft durch die Plungerſtopfbüchſen ſind dieſelben mit einem Waſſertrog umgeben. Der Saugwindkeſſel dient als Grundplatte der Pumpe. Unmittelbar über den Druckventilen ſind Druckwindhauben angeordnet.

Liegende doppelt wirkende Pumpen finden auch vielfach in den Kanaliſationen zur Entwäſſerung der Städte Anwendung. Hier entſprechen der Forderung nach größtmöglichſter Steigerung der Arbeitsgeſchwindigkeit im Bedarfsfalle und Unempfindlichkeit gegen etwa in die Pumpe gelangende Feſtkörper, weil letztere reichlichen Hub zum Durchgang verlangen, die geſteuerten Ventilklappen mit Sicherheitsfedern im Steuerungsgeſtänge nach Riedler in ganz beſonderem Maße ([17] Kanaliſationen, S. 9 ff. und S. 15.). Zur Erzielung des bei Kanaliſationspumpen anzuſtrebenden ſauberen Betriebes arbeiten die Plungerkolben in inneren Stopfbuchſen beſonderer Konſtruktion, [17], S. 13, oder man wendet Scheibenkolben mit Lederdichtung an, die ſich hier gut bewährt haben; vgl. [17], S. 22.

Der Antrieb der Kolbenpumpen erfolgt durch Menſchen, Tiere oder Kraftmaſchinen; im letzteren Falle wird die treibende Maſchine, als welche jede Art von Motor angeordnet werden kann, unmittelbar mit der Pumpe verbunden oder dieſe durch eine vom Motor bewegte Transmiſſion betätigt.

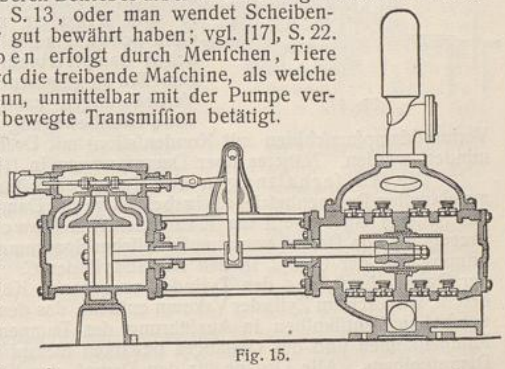


Fig. 15.

Die unmittelbare Verbindung der Pumpe mit einer treibenden Dampfmaſchine gibt die ſogenannten Dampfpumpen, die mit und ohne Kurbelgetriebe ausgeführt werden. Die Vereinigung einer oder mehrerer Pumpen mit einer ein- oder mehrzylindrigen Dampfmaſchine führt zu zahlreichen Anordnungen; Näheres in [1]. Bei ſolchen direkt wirkenden Dampfpumpen muß die Bewegung der Steuerung der Dampfmaſchine von der Kolbenſtange oder dem Dampfkolben abgeleitet werden, wofür zahlreiche Konſtruktionen angegeben und ausgeführt worden ſind. Die zuerſt von der Worthington Pumping Engine Co. und jetzt auch von mehreren andern Fabriken gebaute Steuerung iſt in Fig. 15 veranſchaulicht; es ſind hierbei zwei Dampfpumpen nebeneinander geſtellt. Klarer

erſcheint die Dispoſition in der von Weiſe & Monski, Halle a. S., gebauten „Duplexpumpe", Syſtem Worthington (Fig. 16). Der Dampfſchieber jeder Dampfmaſchine wird durch Hebel und Stange von der gemeinſchaftlichen Kolbenſtange der andern Dampfpumpe hin und her bewegt, wodurch eine vollkommene Zwangläufigkeit der Dampfſteuerung erzielt wird. Bei

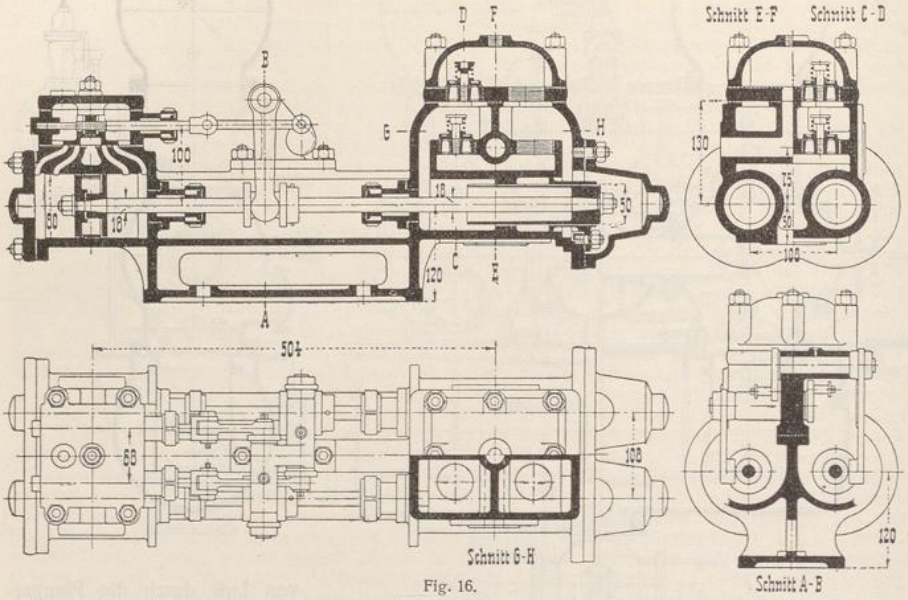


Fig. 16.

größeren Dampfpumpen wird die Dampfſteuerung auch noch mit Drehſchiebern bewirkt, die ihre Bewegung von der zugehörigen Kolbenſtange erhalten und eine Expanſionswirkung, alſo beſſere Ausnutzung des Dampfes ergeben [21 a], S. 1443. Zur weiteren Verminderung des Dampfverbrauchs in bezug auf die Pumpenleiſtung werden Kraftausgleicher angewendet, welche derart wirken, daß auf der erſten Hälfte des Kolbenhubes, wobei der Dampf weſentlich mit Volldruck arbeitet, die überſchüſſige Kraft desſelben durch Zuſammenpreſſen einer abgeſchloſſenen Luft- oder Dampfmenge oder einer Feder aufgeſpeichert wird und daß dann auf der zweiten Hälfte des Hubes, wenn infolge der bei Expanſion des Dampfes entſtehenden Druckabnahme desſelben der Pumpenwiderſtand durch die Dampfmaſchine nicht mehr überwunden werden könnte, die aufgeſpeicherte Kraft die Dampfwirkung in genügendem Maße unterſtützt. Solche Apparate ſind von H. A. Hülſenberg in Freiberg und Worthington angegeben worden. Ohne Expanſionsſteuerung und Kraftausgleicher und bei Benutzung von nur einzylindrigen Dampfmaſchinen können die Dampfpumpen ohne Drehbewegung faſt nur mit Volldruck des Dampfes arbeiten, brauchen alſo im Verhältnis zur Pumpenleiſtung ſehr viel Dampf; ſo fand Riedler an unterirdiſchen Waſſerhaltungsmaſchinen ohne Schwungrad ſelten unter 30 kg, oft aber über 60 kg ſtündlichen Dampfverbrauch für eine Pferdeſtärke der Pumpleiſtung, gemeſſen an gehobenem Waſſer. Unter Anwendung der genannten Verbeſſerungen kann der Dampfverbrauch bei Dampfpumpen ohne Drehbewegung ebenſo wie bei guten Dampfpumpen (mit Verbunddampfmaſchinen mit Kondenſation) mit Drehbewegung bis auf 8 kg und weniger vermindert werden. Näheres über Dampfpumpen in [1].

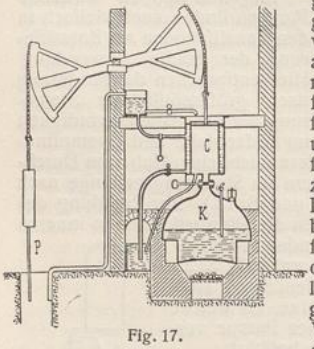


Fig. 17.

Die Waſſerhaltungen der Bergwerke ſind als die Grundlagen für den Ausbau des maſchinellen Pumpenbetriebes, insbeſondere der Dampfpumpmaſchinen, anzuſehen. Fig. 17 zeigt das Schema einer zuerſt um 1712 errichteten Newcomen-Waſſerhaltung. *K* iſt der Keſſel zur Erzeugung von Dampf von atmoſphäriſcher Spannung; durch eine von Hand geſteuerte Schieberöffnung tritt der Dampf in den Arbeitszylinder *C*. Nach Abſchluß des Dampfſchiebers wird der Dampf durch das den Zylinder umgebende Kühlwaſſer allmählich zum Kondenſieren gebracht, wodurch im Zylinder Vakuum entſteht, das den Kolben abwärts und das Pumpengeſtänge *P* nebſt dem Ventilkolben in Ausführung des Pumpenhubes aufwärts zieht. Die Gewichte der Pumpenkolben und des Geſtänges bewirken hierauf ihren Niedergang bezw. den Aufgang des Dampfkolbens. Alle Organe für den Dampf, das Kühlwaſſer und den Austritt des Waſſers aus dem Zylinder wurden von Hand geſteuert. Ausführliche Beſchreibung dieſer erſten Maſchinen, die weitere Ausbildung derſelben durch Hornblower u. a. ſ. [49], S. 5 ff. Die verwendeten Pumpen hatten Ventilkolben, die ſpäter durch den geeigneteren Plungerkolben verdrängt

wurden [49], S. 51 ff. Aus dieſer Entwicklung entſtand die alsdann allgemein verbreitete Cornwallmaſchine, eine direkte Hubmaſchine ohne Kurbel und Schwungrad, die bei Beginn der Waſſerverſorgung der Städte durch Dampfbetrieb auch vielfach für dieſen Zweck zur Anwendung gelangte [22], S. 834, [36], [49].

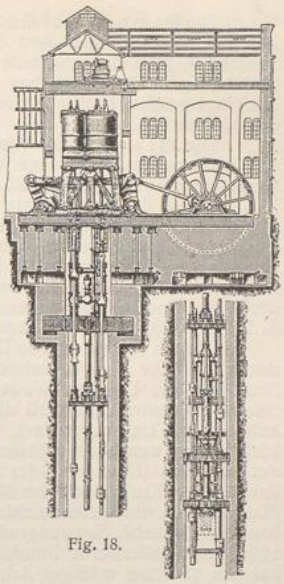


Fig. 18.

Zur Sicherung der Begrenzung des Kolbenhubes durch Kurbeltrieb und um Dampferſparnis durch Ermöglichung größerer Expanſion zu erzielen, wurden Geſtängewaſſerhaltungsmaſchinen mit Schwungrad ausgeführt. Die Arbeitsgeſchwindigkeit dieſer Maſchinen war durch die größtenteils enormen Maſſen der Pumpengeſtänge im Schacht, die keine oder nur unweſentliche Druckbeanſpruchungen erfahren durften, ſehr begrenzt, ſo daß die Anzahl der Doppelhube nur 8—15 pro Minute betrug. Die Dimenſionen und Koſten einer ſolchen obertägigen Waſſerhaltungsanlage waren daher im Verhältnis zur Leiſtung ſehr hoch [16], [17], [36], S. 7, [49], S. 103, 124 und 144 ff. Fig. 18 ſtellt eine große Waſſerhaltungsmaſchine mit zweifacher Expanſion nach der Ausführung von Haniel & Lueg in Düſſeldorf dar. Die Dampfzylinder ſind ſtehend, direkt auf das Pumpengeſtänge wirkend, der Kurbeltrieb mit Schwungrad ſeitlich liegend angeordnet. Neben den großen Koſten war mitunter die Betriebsſicherheit durch Brüche der Pumpengeſtänge beeinträchtigt [40], S. 1549. Die obertägigen Geſtängemaſchinen boten aber den Vorteil, daß bei einem plötzlichen Waſſereinbruch der Betrieb der unter Waſſer ſtehenden Pumpen fortgeſetzt und die Grube wieder entſümpft werden konnte. Deſſenungeachtet haben ſie an ihrer Bedeutung weſentlich verloren. Später ging man dazu über, die Dampfpumpmaſchinen in der Grube ſelbſt aufzuſtellen. Infolge Wegfalls der Geſtängemaſſen waren größere Arbeitsgeſchwindigkeiten und damit weſentliche Erſparniſſe in Anlage und Betrieb möglich. Trotzdem daß mit einem von vornherein in Rechnung genommenen weſentlicheren Spannungsabfall von mehreren Atmoſphären in der Dampfzuleitung gegenüber obertägigen Anlagen ganz bedeutende Dampfgeſchwindigkeiten und verhältnismäßig kleine Rohrdurchmeſſer zu erzielen waren, zeitigten bei den erſten Anlagen dieſer Art die nach alten Regeln viel zu weit bemeſſenen und infolgedeſſen große Abkühlungsverluſte und den Maſchinenbetrieb gefährdende Kondenswaſſermengen ergebenden Dampfzuleitungen Mißerfolge, die aber nach dieſen Erfahrungen hierauf vermieden wurden [17], [30], [38], S. 29.

Außer Dampf führte ſich auch Preßwaſſer als Betriebskraft für unterirdiſche Waſſerhaltungsmaſchinen mit gutem Erfolge ein. Dieſe Anlagen haben den gleichen Vorteil wie die Geſtängemaſchinen, nämlich den, daß ſie auch unter Waſſer ohne Anſtand weiterarbeiten können. Als Mißſtand wird der verhältnismäßig ſchnelle Verſchleiß der unter hohem Waſſerdruck arbeitenden Steuerungsteile empfunden [24], [38], S. 34 ff.

Die Vorteile des Betriebes durch elektriſchen Strom, der über Tage erzeugt wird und deſſen Zuführung in den Schacht gegenüber Dampf oder Preßwaſſer weſentlich einfacher, betriebsſicherer und billiger iſt, veranlaßten Spezialkonſtruktionen von Kolbenpumpen, die bei hohem Förderdruck zu verhältnismäßig hohen Umdrehungszahlen befähigt waren und damit den Forderungen direkten elektriſchen Antriebes gut entſprachen. Eine Expreßpumpe der Konſtruktion Riedler-Stumpf zeigen [1], S. 329 ff., [17] und [43], S. 1036 und 1396. Hier iſt als Beſonderheit die horizontale Anordnung des Saugventils, konzentriſch zum Kolben, bemerkenswert. Die Schlußbewegung des Ventils wird beim Hubwechſel durch die gleichſinnige Kolbenbewegung unterſtützt bezw. eingeleitet. Indeſſen wurden auch raſchlaufende Pumpen mit den bisherigen normalen Ventilanordnungen in gedrungener Konſtruktion gebaut. Zu erwähnen ſind die Bauarten von Haniel & Lueg, Ehrhardt & Sehmer und Klein, Schanzlin & Becker [37], [38], S. 59. Die Pumpe von Bergmans (Maſchinenbauanſtalt Breslau, G. m. b. H.), Fig. 19, arbeitet mit einem kleinen Hilfswindkeſſel *w* im Raum zwiſchen den doppelt angeordneten Druckventilen. Bei Beginn des Druckhubes der einfach wirkenden Pumpe findet die Druckzunahme auf den Kolben nicht plötzlich, ſondern unter dem Einfluß des immer dichter werdenden Luftkiſſens in *w* allmählich ſtatt. Der Hubwechſel iſt dementſprechend ſanft, und die Pumpe, die ſich in vielen Ausführungen gut bewährte, iſt zu hoher Arbeitsgeſchwindigkeit und direktem elektriſchen Antrieb befähigt [1], S. 333. — Auf ähnlichem Prinzip beruht die Konſtruktion von Steuer [33], bei der indeſſen, im Gegenſatz zu Bergmans, die Arbeit zum Komprimieren der bei jedem Hube anzuſaugenden, die Pumpe paſſierenden Luftmenge verloren geht.

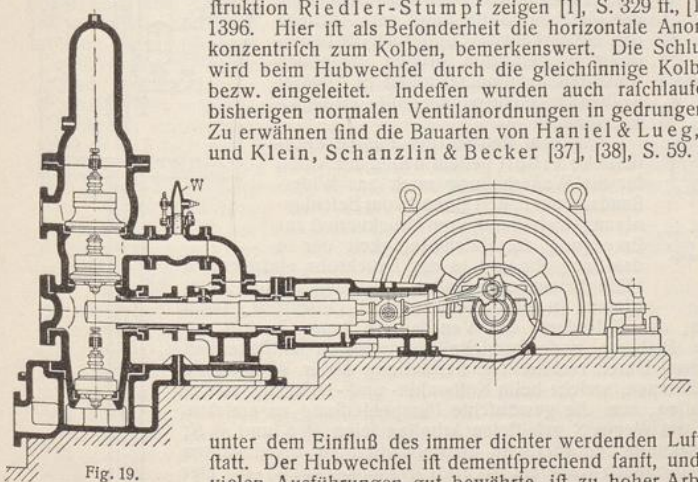


Fig. 19.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Pumpen mit Gutermuth-Klappen, welch letztere aus besonders dünnem Metall gefertigt, von sehr geringem Gewicht sind und die eigne Spannung für die Schlußbewegung besitzen, eignen sich ebenfalls in außerordentlichem Maße zu hohen Arbeitsgeschwindigkeiten und haben in Dauerbetrieben 400 und mehr Doppelhübe pro Minute gestattet, wobei der Gang, auch bei großen Förderdrücken, vollkommen ruhig und sanft war. S. [1], S. 322, und [21 b], S. 932 und 934.

Die Orvopumpe von Ortenbach & Vogel in Bitterfeld ist eine Differentialpumpe in Zwillingsanordnung ohne Ventile, bei der die Steuerung, die durch die Arbeitskolben bewirkt wird, hohe Arbeitsgeschwindigkeiten gestattet. Näheres s. [1], S. 319, und [34].

Durch die unmittelbare Verbindung einer Wassersäulenmaschine mit einer Pumpe entsteht die Wasserdruckpumpe, die auch mit oder ohne Drehbewegung ausgeführt wird; Wassermotor und Pumpe werden dann wie bei den Dampfpumpen gekuppelt oder derart vereinigt, daß das zum Antrieb verwendete Kraftwasser auf die eine Seite des Kolbens wirkt, während die andre Seite desselben die Saug- und Druckwirkung der Wasserförderung ausführt. Pumpen dieser Art sind in verschiedener Bauart von Schmid, Mikula, Roux, Kröber ([29] und [49], S. 177 ff.) u. a. angegeben worden (s. a. Wassermotoren).

Die Anordnung von Dampfpumpmaschinen für Wasserwerke u. dergl. wird im allgemeinen durch die Lage des tiefstabgesenkten Saugwasserspiegels zum Terrain- bezw. zum Hochwasserstand (bei der Lage am Wasser) gegeben. Ist die Tieflage bezw. Absenkung des Saugwasserspiegels bedeutend, so wird die Pumpe zwecks Sicherung noch zulässiger Saugwiderstandshöhe entsprechend tief angeordnet, während die Antriebmaschine in Terrainhöhe verbleibt. Der Antrieb erfolgt nun bei vertikalen Maschinen durch direkte Kupplung der Kolbenstangen. — Bei der normalen (Hammer- oder Schiffs-)Maschine kann die Verbindung der beiderseitigen Kolbenstangen den Kurbeltrieb der Maschine umfassen. Vielfach wird auch, was kostspieliger ist, die Maschine als Balanciermaschine mit abseits der Dampfzylinder- und Pumpenachse liegender Kurbelachse nebst Schwungrad ausgebildet. Die Anordnung der letzteren über den Dampfzylindern (Wasserwerke Frankfurt a. M.-Hinkelstein und Cassel-Neumühle) ist seltener zu finden, hat sich aber bei mäßiger Arbeitsgeschwindigkeit auch gut bewährt (s. [1], Taf. XI, [17], S. 78 ff., und [26]). Von liegenden Dampfmaschinen wird der Antrieb tiefstehender Pumpen entweder mittels Kunstkreuzen oder Winkelhebeln, die von den verlängerten Dampfkolbenstangen angetrieben werden, bewirkt, oder das freie Ende der Maschinenkurbelwelle dient zu einem Kurbeltrieb (s. [1], Taf. VI und VII, [17], S. 96 ff.). Die Vermeidung gelenkiger Uebertragungsglieder nach den Pumpenkolben trägt zur Erreichung ruhigen Ganges und größerer Betriebssicherheit bei. Auch der mechanische Nutzeffekt erhöht sich hierdurch. Zur Wahrnehmung dieser Vorteile sowie der weiteren, die liegende, direkt gekuppelte Pumpmaschinen hinsichtlich leichterer Montage, Kontrolle und Bedienung bieten, werden mitunter selbst sehr hohe Baukosten nicht gescheut [25], S. 4. Weitere mannigfache Antriebsarten von Wasserwerks- und Wasserhaltungsmaschinen vgl. [1], [17], [20], [21 a], S. 1443, [22], [23], [27], S. 1029 ff., und [49], S. 174, 222 und 247 ff.

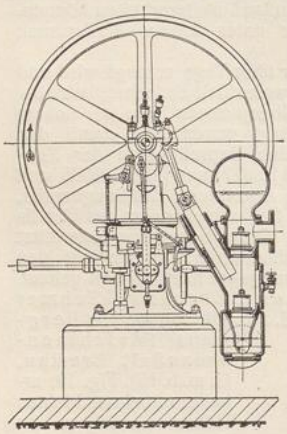


Fig. 20.

Der Antrieb von Kolbenpumpen durch Gas-, Benzin-, Dieselmotore u. s. w. erfolgt in der Regel durch Riemen mit entsprechender Uebersetzung, seltener durch Zahnräder; doch kommen auch direkte Antriebe vor, wie in Fig. 20 eine Deutzer Ausführung zeigt. Fig. 21 stellt eine Tiefbrunnen- oder Bohrlochpumpe der gleichen Fabrik nebst dem Antriebe dar. Bemerkenswert sind noch die neuerdings ausgeführten großen liegenden Kanalisationspumpmaschinen in direkter Kolbenstangenkupplung mit Großgasmaschinen.

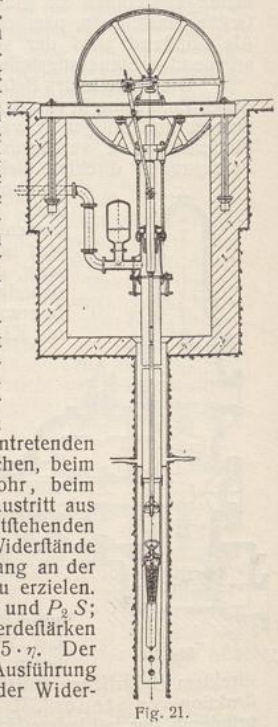


Fig. 21.

Die zum Betrieb der Pumpe erforderliche Arbeit besteht neben der Arbeit für die Wasserhebung noch aus Widerstandsarbeiten, herrührend vom Beschleunigungswiderstand, vom Druckverlust zur Erzeugung der Geschwindigkeit der in das Saugrohr und in das Druckrohr eintretenden Flüssigkeitsmengen und von den schädlichen, beim Eintritt in das Saugrohr und Druckrohr, beim Durchfluß der Leitungen, des Zylinders, der Ventile und beim Austritt aus dem Druckrohr infolge Reibung und Querschnittsänderungen entstehenden hydraulischen Widerständen. Durch rechnerische Feststellung dieser Widerstände lassen sich die Kräfte bestimmen, welche beim Kolbenhin- und -rückgang an der Kolbenstange wirken müssen, um die gewünschte Pumpenleistung zu erzielen. Die von ihnen während des Weges S geleisteten Arbeiten seien $P_1 S$ und $P_2 S$; dann ist die in der Sekunde erforderliche Betriebsarbeit in Pferdestärken $N_p = (P_1 + P_2)\, S n : 75 \cdot 60$; nach früherem ist auch $N_p = Q H \gamma : 75 \cdot \eta$. Der mechanische Nutzeffekt guter Kolbenpumpen kann je nach Größe und Ausführung bis zu 0,95 angenommen werden. Näheres über die Berechnung der Widerstände und der Betriebsarbeit in [1].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei Betrieb von Wafferpumpen durch gute Dampfmafchinen mit Auspuff kann verlangt werden, daß zu einer Nutzleiftung von 1 PS., gemeffen am geförderten Waffer, nicht mehr als 9—13 kg Dampf in der Dampfmafchine ftündlich verbraucht werden; bei Verbundmafchinen mit Kondenfation und großen Wafferwerkspumpen wird ein Dampfverbrauch von 8—10 kg erzielt. Bei Anwendung von Dampfüberhitzung reduzieren fich diefe Werte noch um ca. 20 %.

Die Koften für Brennftoffe ftellen fich bei Heißdampfbetrieb, unter Annahme von 230 ℳ pro 10 t Kohle im Keffelhaus und bei ca. achtfacher Verdampfung pro 1 cbm auf 1 m Höhe gefördertes Waffer

a) bei einer modernen direkt gekuppelten Wafferwerksmafchine mit zweifacher Expanfion und Kondenfation von ca. 200 Pumpen-PS. auf 0,007—0,008 ₰;

b) bei einer direkt wirkenden Pumpmafchine mit einfacher Expanfion und ohne Kondenfation von ca. 20 Pumpen-PS. auf 0,013—0,015 ₰. Hierbei find die Wärmeverlufte in den Betriebspaufen nicht eingerechnet und ift eine gute Inftandhaltung der Anlagen vorausgefetzt.

Für Explofionsmotoren ftellen fich nach Angabe der Gasmotorenfabrik Deutz die Brennftoffkoften für 1 cbm auf 1 m Höhe gefördertes Waffer

bei Verwendung von	Spiritus	à 19,00 ℳ	pro	100 kg	auf	0,03 —0,033 ₰
„ „ „	Petroleum	„ 18,00 „	„	100 „	„	0,029—0,031 „
„ „ „	Benzin oder Benzol	„ 16,00 „	„	100 „	„	0,022—0,028 „
„ „ „	Leuchtgas	„ 10,00 „	„	1 cbm	„	0,021—0,032 „
„ „ „	Anthracit	„ 3,00 „	„	100 kg	„	0,004—0,007 „
„ „ „	Koks	„ 2,50 „	„	100 „	„	0,005—0,008 „

Bei einem ca. 50-PSe-Diefelmotorpumpwerk mit Riemenbetrieb ftellt fich obiger Wert auf 0,008—0,009 ₰.

Unter Umftänden werden an den Pumpen noch angebracht: Vorrichtungen zur Meffung des Drucks und der Füllung der Windkeffel (Manometer, Wafferftandzeiger), Vorrichtungen zur Füllung und zum Entleeren des Zylinders und der Leitungen, zum Abftellen (felbftätige Abftellvorrichtungen bei Pumpen, welche nach Entleerung oder Füllung eines Behälters, ferner bei Preßpumpen, welche nach Heben des Akkumulatorgewichts felbftätig außer Wirkung kommen follen), zur Regelung der geförderten Flüffigkeitsmenge. Ueber die Leiftungsregler von Weiß-Bafel, Stumpf und Tolle f. [1], S. 277 ff., und [48]. Proell-Dresden hat einen Achsregler als Leiftungsregler, von energifcher Wirkung innerhalb weiter Arbeitsgrenzen, ausgebildet.

Die Prüfung der Pumpen auf die Güte der Herftellung und Einrichtung kann fich erftrecken: 1. auf Unterfuchung der Dichtheit des Zylinders, der Leitungen und der Ventile dadurch, daß die Pumpe in trockenem Zuftande bei abgefchloffenem Saugrohr und dann bei abgefchloffenem Druckrohr angetrieben und durch Manometer beftimmt wird, ob das erzielte Vakuum bezw. die im Druckrohr entftehende Luftverdichtung einige Minuten erhalten bleibt. Anftatt der Druckprobe mit Luft wird auch die Probe mit Flüffigkeitsfüllung (wie bei der Keffelprüfung) vorgenommen; 2. auf Ermittlung der geförderten Flüffigkeitsmenge (durch Meffung derfelben) und des Lieferungsgrades μ; 3. auf Ermittlung der Betriebsarbeit (durch Meffung der Leiftung der treibenden Kraftmafchine) und des Wirkungsgrades η; 4. auf Unterfuchung der Vorgänge im Zylinder und der Ventilbewegung mittels des Indikators. Näheres hierüber in [1], S. 390 ff., [8], [32] und [35].

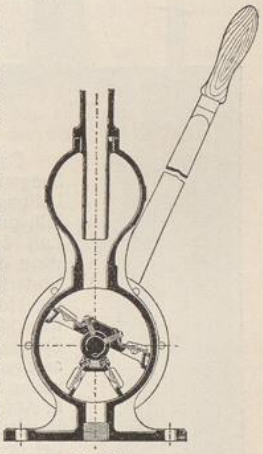


Fig. 22.

2. **Pumpen mit fchwingendem (ofzillierendem) Kolben (Flügelpumpen).** Die Wirkung derfelben entfpricht derjenigen der Pumpen mit geradlinig bewegtem, hin und her gehendem Kolben. Die Pumpen werden einfach, doppelt und vierfach wirkend, mit gefchloffenem oder durchbrochenem Kolben gebaut. Fig. 22 zeigt eine von G. Allweiler in Radolfzell für Hand- und Kraftantrieb hergeftellte Pumpe, bei welcher der beiderfeits mit Klappen verfehene Kolben (in Fig. 22 durch einen Handhebel) fchwingend um eine Achfe bewegt wird; im zylindrifchen Gehäufe find noch zwei Saugklappen angebracht. Bei jeder Schwingung wirkt nur die Hälfte des zweiflügeligen Kolbens, faugt an und hebt eine gewiffe Flüffigkeitsmenge in das mit Windkeffel verfehene Steigrohr. Vierfache Wirkung wird bei den auch von Allweiler gebauten, von Abrahamfon angegebenen Pumpen erzielt; Zeichnung und Befchreibung in [4a]. Andre Arten von Pumpen mit fchwingendem Kolben fowie Angaben über die Ermittlung der geförderten Flüffigkeitsmenge und der erforderlichen Betriebsarbeit in [1].

3. **Pumpen mit ftetig drehendem (rotierendem) Kolben (Würgelpumpen)** werden mit ein, zwei und drei Triebwellen in zahlreichen, oft recht komplizierten Formen ausgeführt, von denen nur wenige eine praktifche Bedeutung gewonnen haben. Am häufigften werden Pumpen mit zwei parallelen Drehachfen gebaut, die nach Art der Kapfelwerke (f. d.) zwei Stirnräder enthalten, deren zufammenarbeitende Zähne bei ihrem Auseinandergehen die Saugwirkung erzeugen und bei ihrer Berührung die zwifchen ihnen befindliche Flüffigkeit nach dem Druckrohr verdrängen. Die Stirnräder werden ein- oder mehrzähnig ausgeführt. Die Bauart von Greindl mit zwei zweizähnigen Rädern f. [1], S. 427. Ein drei- und ein vierzähniges Rad enthalten die von C. H. Jäger in Leipzig und von der Eilenburger Eifengießerei und Mafchinenfabrik A. Monski ausgeführten Pumpen der Bauart Fig. 23. Hier berühren fich jedoch die Zahnflanken beider Räder nicht, fondern der Abfchluß zwifchen Saug- und Druckraum wird dadurch erzielt, daß das Rad *A* mit feinen Zahnköpfen an der Ausfparung eines feftftehenden Kerns *C* vorbeifchleift. Pumpen mit zwei fich fchneidenden Achfen werden nach der Angabe

von Enke von der Maſchinenfabrik Penig i. S. gebaut. Drei Triebwellen beſitzt die in Fig. 24 dargeſtellte Pumpe, welche von der Maſchinenfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker in Frankental hergeſtellt wird. Die Pumpen mit ſtetig drehendem Kolben werden zur Förderung kleinerer Flüſſigkeitsmengen, insbeſondere dickflüſſiger Stoffe, angewendet; große Druckhöhen

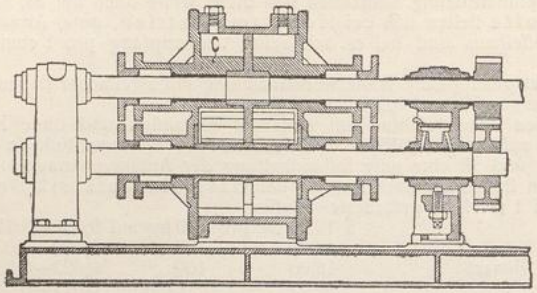


Fig. 23.

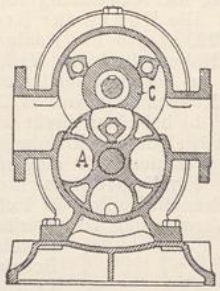
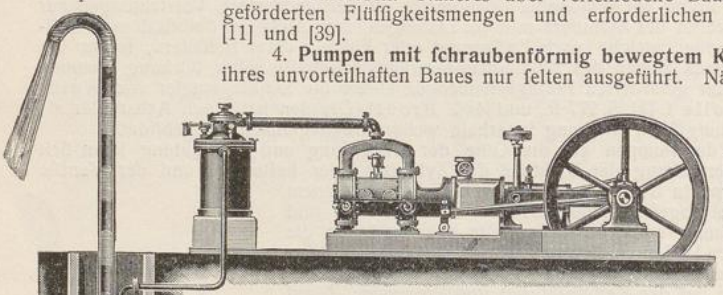


Fig. 23a.

können wegen der Schwierigkeit der Abdichtung der Kolben und als ſolche wirkenden Zahnräder nicht überwunden werden. Der Antrieb erfolgt bei kleineren Ausführungen durch Handkurbel, bei größeren durch Riemen oder Keilräder oder auch durch unmittelbar damit gekuppelte Dampfmaſchinen oder Elektromotoren. Näheres über verſchiedene Bauarten, Ermittlung der geförderten Flüſſigkeitsmengen und erforderlichen Betriebsarbeit in [1], [11] und [39].

4. **Pumpen mit ſchraubenförmig bewegtem Kolben** werden wegen ihres unvorteilhaften Baues nur ſelten ausgeführt. Näheres in [1] und [11].



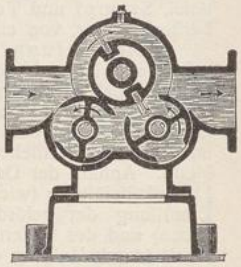


Fig. 24.

Saugheber.

Das Heben von Flüſſigkeiten ausſchließlich durch Saugwirkung wird dadurch bewirkt, daß aus der Leitung, durch welche die Flüſſigkeit gefördert werden ſoll, oder aus einem mit der Leitung in Verbindung gebrachten Behälter die Luft durch eine Pumpe abgeſaugt wird. Der Druck der Außenluft treibt dann die Flüſſigkeit durch die Leitung, ſofern erſterer die dabei entſtehenden Widerſtände zu überwinden vermag. Bei Förderung von Waſſer wird alſo die Höhe, auf welche es durch die Saugwirkung gehoben werden kann, ſtets kleiner als 10 m ſein. Mit Einrichtungen ſolcher Art ſind die nach den Syſtemen von Shone, Liernur und Berlier ausgeführten Entwäſſerungsanlagen verſehen (ſ. Kanaliſationsſyſteme, Bd. 5, S. 356). Auch das in vielen Städten übliche Entleeren der Abortgruben durch Einſaugen der Jauche in Abfuhrtonnen beruht auf der erwähnten Saugwirkung. Die ausſchließliche Benutzung des Drucks der Atmoſphäre zur Flüſſigkeitsförderung findet ferner bei dem in den verſchiedenſten Größen zur Anwendung kommenden Saugheber (ſ. Heber, Bd. 5, S. 3, und Rohrleitungen) ſtatt.

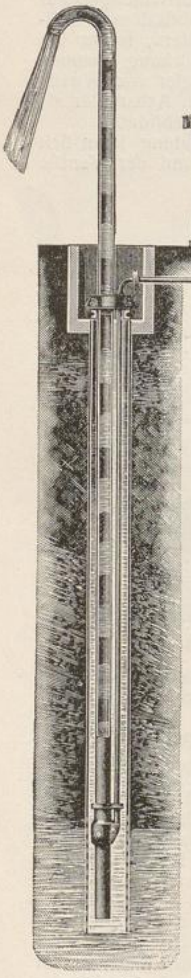


Fig. 25.

Luftdruckpumpen.

Die Förderung von Flüſſigkeiten durch den Druck komprimierter Luft erfolgt durch Vorrichtungen, die mit beſonders erzeugter Preßluft arbeiten, oder durch ſolche, in denen letztere zugleich erzeugt wird. Zu den Hebewerken erſterer Art gehören die in neuerer Zeit zur Waſſerhebung aus engen Bohrbrunnen von größerer Tiefe angeordneten Einrichtungen, bei welchen komprimierte, durch eine beſondere Luftverdichtungspumpe erzeugte Luft durch ein zweites, bis unter den Waſſerſpiegel geführtes Rohr in das Brunnenrohr eingeblaſen wird. Hierbei wird das Gleichgewicht zwiſchen dem das Brunnenrohr umgebenden Grundwaſſer und dem im Rohr nunmehr mit den aufſteigenden Luftblaſen durchſetzen, alſo ſpezifiſch leichteren Waſſer geſtört, ſo daß ein Aufſteigen des letzteren im Rohr entſteht.

Die Maſchinenbauanſtalt A. Borſig, Berlin-Tegel, führt dem Brunnenrohr (Fig. 25) die Druckluft ſo zu, daß ſie am ganzen Umfang desſelben eintritt. Das Luftrohr wird innerhalb des Brunnenrohrs oder neben demſelben niedergeführt. Nach der Angabe von Borſig ſoll man mit einem

Förderrohr von 75 mm Weite durchſchnittlich 400 l, mit einem Rohr von 205 mm 3700 l Waſſer in der Minute fördern können; in der Regel werden für 1 l geförderten Waſſers ungefähr 1,5—1,9 l atmoſphäriſche Luft verbraucht, die nach der Tiefe des Brunnens auf einen entſprechenden Druck verdichtet werden muß. Dieſe Luftdruckpumpen geſtatten auch die Förderung ſand- und ſchlammhaltiger Flüſſigkeiten und Säuren und haben daher durch obige Firma eine große Verbreitung gefunden. Ferner empfiehlt ſich die Verwendung von Mammutpumpen bei großen Förderhöhen unter Terrain wegen des Fortfalles weiter gemauerter Brunnen, deren Anlagekoſten bei zunehmender Tiefe ſchnell wachſen, weiter bei großer Entfernung der Pumpen von den Waſſerentnahmeſtellen ſowie auch zum Abteufen von Bohrrohren in ſchwimmendem Gebirge. — Auch zum Baggern und bei Preßluftgründungen iſt die Mammutpumpe mit Erfolg verwendet worden. Iſt die zu fördernde Flüſſigkeit bis zu erheblicher Höhe über die Sohle des Maſchinenhauſes zu pumpen, ſo wird zweckmäßig ein Zwiſchenbehälter in den Boden gelegt, in den die Mammutpumpe ausgießt. Von dem Zwiſchenbehälter aus fördern dann Kolbenpumpen die Flüſſigkeit auf die gewünſchte Höhe. Näheres über Konſtruktion und Anwendung ſ. [1], S. 513 ff., [31] und [47].

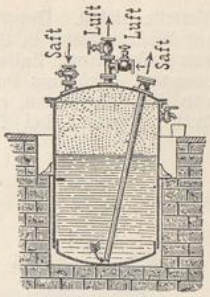


Fig. 26.

Als Luftdruckpumpe kennzeichnen ſich auch die Bierdruckapparate (Bd. 2, S. 28) und der Saftheber (Montejus), der in Fig. 26, die keiner weiteren Erläuterung bedarf, dargeſtellt iſt. Aehnliche Einrichtung zeigen Apparate, welche nach den Bauarten von Laurent und Keſtner zur Hebung von Säuren u. dergl. in chemiſchen Fabriken vielfach angewendet werden (nähere Angaben in [1] nach dem Bulletin de la société d'encouragement 1885, S. 547, und der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 1281). Auch zur Waſſerhaltung in Bergwerken und zur Hebung der Spüljauche an den Tiefpunkten von Entwäſſerungsanlagen ſind Luftdruckpumpen, letztere insbeſondere nach der Bauart von Shone (ſ. Bd. 5, S. 356) zur Anwendung gekommen. Dieſe Apparate geben keine gleichmäßige Förderung, ſondern die Flüſſigkeit wird ruckweiſe im Steigrohr bewegt, indem ein Behälter durch Einlaſſen von Flüſſigkeit gefüllt und dann durch Einlaſſen von Druckluft entleert wird und dieſes Spiel ſich fortſetzt. Hierzu ſind an den mit dem Behälter verbundenen Leitungen Steuerungseinrichtungen notwendig, welche beim Saftheber mit der Hand, bei den andern Apparaten ſelbſttätig geöffnet und geſchloſſen werden. Hebewerke, in welchen auch die Preßluft erzeugt wird, finden ſelten Anwendung und ſind gewöhnlich nach dem Prinzip des Heronsbrunnens (ſ. d.) gebaut, bei welchem die Verdichtung der Luft durch Waſſerdruck erfolgt. Letzteres geſchieht auch bei der Spiralpumpe. Näheres in [1] und [13]. — Der Wirkungsgrad der Luftdruckpumpe iſt klein, wenn die treibende Preßluft nur mit ihrem Volldruck ausgenutzt wird, da nach vollbrachter Wirkung die Luft mit dieſem Druck ausbläſt, alſo ein erheblicher Arbeitsverluſt entſteht. Die Ausnutzung der Druckluft wird erheblich verbeſſert, wenn auch die Expanſionswirkung verwertet wird. Bei der erwähnten Mammutpumpe iſt dies bis zu einem gewiſſen, bei den andern genannten Einrichtungen nur in geringem Grade der Fall. Näheres über die Berechnung der Luftdruckpumpen in [1], S. 477.

Gasdruckpumpen.

Flüſſigkeitsförderung durch den Druck geſpannter Gaſe findet ſich in der Natur bei den Geiſern, Sprudelquellen, Erdölſpringbrunnen u. dergl. Komprimierte Kohlenſäure wird neuerdings zur Entleerung von Bierfäſſern (ſ. Bierdruckapparate) häufig verwendet. Die Hebung von Flüſſigkeiten durch Gasdruck findet ferner bei den Gasſpritzen (Extinkteurs, Minimaxapparate, ſ. Bd. 3, S. 780, und Bd. 6, S. 440) ſtatt.

Dampfdruckpumpen.

Der Druck geſpannten Waſſerdampfes wird zur Flüſſigkeitshebung in verſchiedenen Apparaten benutzt. Am einfachſten iſt der vorgenannte Saftheber (Montejus). Bei ſelbſttätigen Keſſelſpeiſevorrichtungen wird der Keſſeldampf benutzt, um aus einem auf dem Keſſel aufgeſtellten Behälter das zur Verdampfung notwendige Waſſer in den Keſſel in dem Maße fließen zu laſſen, wie es zur Einhaltung des normalen Waſſerſtandes notwendig iſt. Die meiſten Bauarten der Kondenſationswaſſerableiter (Kondenſationstöpfe, Dampfwaſſerableiter, Automaten, Selbſtleerer), deren Hauptzweck darin beſteht, das in Dampfleitungen oder Dampfgefäßen durch Kondenſation des Dampfes ſich niederſchlagende Waſſer ſelbſttätig zu entfernen, ergeben zugleich eine durch den Dampfdruck ſtattfindende Hebung des abgeſchiedenen Waſſers in eine beſondere Ableitung. Wenn der Dampf mit der zu hebenden Flüſſigkeit nicht in Berührung gebracht werden darf, ſo kann eine Membrane dazwiſchen angeordnet werden, welche den Druck des Dampfes auf die Flüſſigkeit überträgt. Solche Membranepumpen werden von Haußmann in Burg bei Magdeburg gebaut und zur Förderung von Flüſſigkeiten der verſchiedenſten Art verwendet. Von den übrigen, in zahlreichen Formen vorgeſchlagenen Dampfwaſſerhebern haben nur die Pulſometer größere Bedeutung erlangt. — Wie bei den meiſten der erwähnten Dampfdruckpumpen entſteht bei den Pulſometern außer der durch den Dampfdruck bewirkten Druckwirkung auch eine Saugwirkung durch die Kondenſation des Dampfes und die dadurch bewirkte Reduktion der Preſſung unter die atmoſphäriſche. Die Pulſometer können einfach oder doppelt wirkend gebaut werden; im erſteren Fall iſt nur ein Gefäß angeordnet, in dem die Saug- und Druckwirkung nacheinander erfolgt, im andern Fall ſind zwei ſolcher Gefäße derart vereinigt, daß in dem einen Flüſſigkeit angeſaugt und gleichzeitig im andern die beim vorhergehenden Spiel angeſaugte Flüſſigkeit nach dem Steigrohr gedrückt wird. Einfach wirkende Pulſometer werden jetzt kaum mehr gebaut, da ſie gegenüber den doppelt wirkenden keine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorteile bieten. Doppelt wirkende Pulſometer werden dagegen häufig angewendet, beſonders zur Waſſerhaltung in Bergwerken, bei Eiſenbahnwaſſerſtationen, als Schiffspumpen, zum Füllen von Reſervoiren, Entleeren von Behältern, Auspumpen von Baugruben, Betrieb von Springbrunnen, auch zum Pumpen von unreinen Flüſſigkeiten. Die verſchiedenen Bauarten, welche von den Fabrikanten, z. B. M. Neuhaus & Co. in Berlin-Luckenwalde, Gebr. Körting, A.-G. in Körtingsdorf bei Hannover, Hannoverſche Zentralheizungs- und Apparatebauanſtalt in Hainholz-Hannover, K. Eichler in Berlin, Koch, Bantelmann & Paaſch in Buckau-Magdeburg, Schäffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg, M. Greeven & Co. in Crefeld, Klein, Schanzlin & Becker in Frankental eingehalten werden, unterſcheiden ſich im weſentlichen durch die Konſtruktion der Einrichtungen (Steuerung), welche ſelbſttätig den Dampf in die Kammern des Pulſometers und die zu hebende Flüſſigkeit in dieſe und in das Steigrohr treten laſſen. Fig. 27 zeigt den Pulſometer von Gebr. Körting A.-G. Der mit Abſperrventil *V* verſehene Dampfzutritt *D* wird durch eine Pendelklappe ſelbſttätig geſteuert. Neben den Kammern K_1 und K_2, an deren Hals Luftventile *L* angebracht ſind, befinden ſich die Saugklappen *G* und Druckklappen *H* und die Anſchlüſſe *R* und *S* des Saug- und Druckrohrs. Eine Neuerung bildet die aus zwei Einſpritzröhren *E* und einem Verteilungsorgan *U* beſtehende Einſpritzvorrichtung, die nur ſo lange Waſſer in die eine Kammer treten läßt, als es zur Dampfverdichtung notwendig iſt. Gleichzeitig tritt durch die andre Röhre *E* Waſſer in den damit verbundenen Windkeſſel *W*, aus dem es wieder zurückſpritzt, wenn das Verteilungsorgan ſelbſttätig umgeſteuert hat. Neuerdings bauen die Genannten auch Pulſometer, bei denen die Einſpritzſteuerung fortfällt und jede Kammer mit einem beſonderen Windkeſſel verbunden iſt, aus dem das Waſſer zurückfließt, ſobald die Druckperiode aufhört. Andre Konſtruktionen ſ. in den Katalogen der obengenannten Firmen. Die Pulſometer werden in verſchiedenen Größen, etwa bis zu 10 cbm Flüſſigkeitsförderung in der Minute, gewöhnlich kleiner, gebaut. Bei Förderung von kaltem Waſſer und Verwendung von trockenem Dampf kann eine Saughöhe bis zu 8 m (im günſtigſten Fall) erzielt werden. Die erreichbare Druckhöhe hängt vom Dampfdruck ab. Im allgemeinen wird man nicht über 50 m gehen, zur Ueberwindung größerer Förderhöhen werden entſprechend mehrere Pulſometer übereinander aufgeſtellt. Gegenüber der Dampfpumpe braucht der Pulſometer erheblich mehr Dampf (bei Verſuchen iſt im beſten Fall eine Leiſtung von 7000 mkg für 1 kg Dampf erzielt worden). Billigkeit und Einfachheit bezw. raſche Ausführung der Anlage empfehlen dann, wenn die mit 1—2° pro 10 m Förderhöhe zu rechnende Erwärmung des geförderten Waſſers zuläſſig iſt, die Pulſometer beſonders für proviſoriſche Waſſerhebungen.

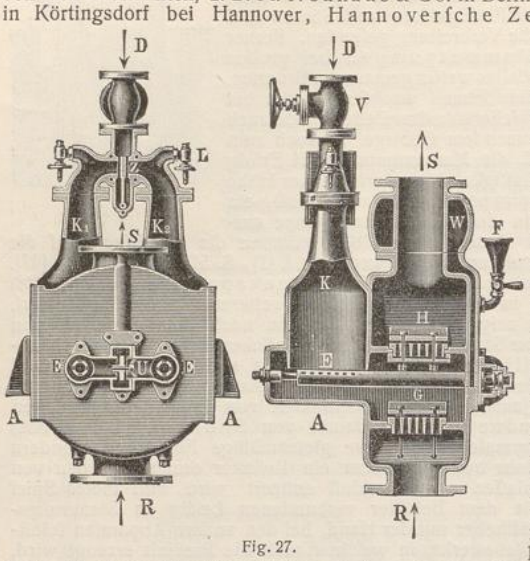


Fig. 27.

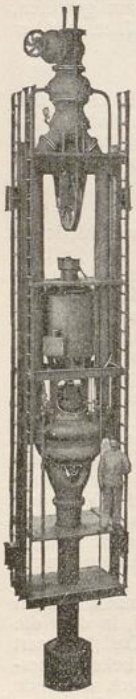


Fig. 28.

Zentrifugalpumpen.

Die Wirkungsweiſe der Zentrifugal-, Kreiſel- oder Schleuderpumpen beruht darauf, daß durch raſche Drehung eines von einem Gehäuſe umgebenen Schaufelrades die von dieſem erfaßte Flüſſigkeit durch die Zentrifugalkraft eine derartige Druck- und Geſchwindigkeitsſteigerung erfährt, daß eine Förderung der Flüſſigkeit eintritt. — Lotrechte Anordnung der Welle findet man zuweilen bei ortsfeſten Anlagen mit geringen Förderhöhen, wie z. B. bei

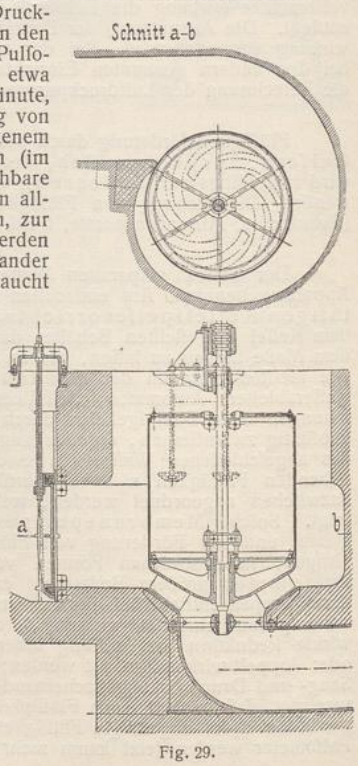


Fig. 29.

Kanalpumpwerken oder Entwäſſerungsanlagen aus Gründen des Antriebes oder der beſſeren Waſſerführung und Wirkungsweiſe. Außerdem aber noch bei den elektriſch betriebenen Senkpumpen der Abteufanlagen und Waſſerhaltungen im Bergbau, woſelbſt der Motor unmittelbar über der Pumpe angeordnet iſt und das Ganze an Seilen bequem geſenkt und gehoben werden kann (ſ. Fig. 28) [1], S. 467 u. 489. — Mit lotrechter Welle iſt die in Fig. 29 veranſchaulichte Schleuderpumpe verſehen, welche in dieſer von Neukirch in Bremen angegebenen Bauart mehrfach bei großen Entwäſſerungsanlagen ausgeführt worden iſt. — Sonſt gilt die liegende Achſenanordnung als normal. — Doppelſeitiger Einlauf des Saugrohres ergibt Aufhebung des einſeitigen Achſendruckes und kleineren

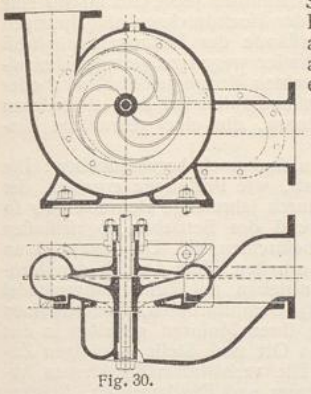


Fig. 30.

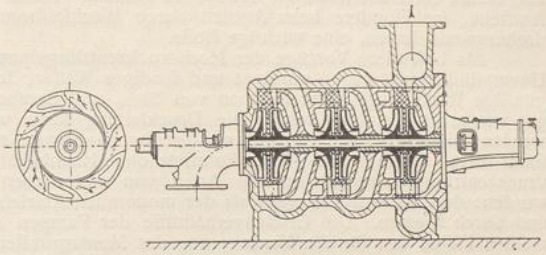


Fig. 31.

Innendurchmeſſer des Rades ([1], S. 462). Infolge der kontinuierlichen Strömung und des Wegfalles von Saugventilen ſind im Betriebe Saugwiderſtandshöhen bis zu 8 m zu erzielen, aber mit Vorſicht anzuwenden. — Die Zentrifugalpumpen werden als Niederdruck- und Hochdruckzentrifugalpumpen ausgeführt.

Fig. 30 zeigt eine von Möller & Blum in Berlin ausgeführte einfache Niederdruckzentrifugalpumpe, bei der das durch das ſeitlich angeſchloſſene Saugrohr zufließende Waſſer von einer Seite in das Rad tritt und dieſes am ganzen Umfang verläßt, um durch das ſpiralförmig anſchließende Gehäuſe nach dem oben anzuſetzenden Steigrohr abzufließen. Die Schaufeln ſind rückwärts gekrümmt; das ſeitlich offene Schaufelrad kann, ohne daß das Gehäuſe vom Fundamentrahmen abgeſchraubt zu werden braucht, nach Abnahme des Deckels herausgenommen werden.

Die neueren Beſtrebungen im Maſchinenbau, die bisher übliche hin und her gehende Bewegung zahlreicher Maſchinenkonſtruktionen in eine drehende umzuformen, um auf dieſe Weiſe die Drehbewegung der elektriſchen Maſchinen bei Erhaltung eines möglichſt hohen Wirkungsgrades direkt nutzbar zu machen, war von großem Einfluß auf die Entwicklung der früher weniger beachteten Zentrifugalpumpe zur Hochdruckzentrifugalpumpe. Dieſe unterſcheiden ſich von den Niederdruckzentrifugalpumpen im weſentlichen durch die Anordnung eines Leitapparates [45], mittels deſſen der Nutzeffekt der Pumpe bedeutend gehoben wird. Waren früher an Niederdruckzentrifugalpumpen 15—20 m Förderhöhe ſchon eine Leiſtung, ſo wurde es durch Einführung des Leitapparates — ähnlich dem Leitrade der Turbinen, daher auch die Benennung Turbinenpumpen — möglich, mit einem Flügelrade auf ſehr große Förderhöhen zu kommen (bis über 100 m) und einen beſſeren Nutzeffekt zu erreichen. Die erſte derartige Hochdruckzentrifugalpumpe war von Gebr. Sulzer in Winterthur 1896 in Genf ausgeſtellt; ſie hob 3 Minuten/cbm auf 45 m Höhe bei 900 Umdrehungen pro Minute.



Fig. 32.

Für größere Förderhöhen werden mehrere Räder hintereinander geſchaltet (Fig. 31) und ſolche Pumpen alsdann als mehrſtufige Turbinenpumpen bezeichnet, die ebenfalls zuerſt von Gebr. Sulzer in Winterthur ausgebildet und außer für Waſſerverſorgungszwecke von dieſer Firma erſtmals als Waſſerhaltungspumpen im Bergbau mit beſtem Erfolge angewendet wurden [21a], S. 1448, [40] und [41]. Seitdem hat die Anwendung mehrſtufiger Turbinenpumpen, weil ſich dieſelben in vorteilhafter Weiſe für elektriſchen Antrieb eignen, für Waſſerhaltungszwecke eine zunehmende Verbreitung gefunden. Fig. 31 zeigt eine ſechsfache Hochdruckzentrifugalpumpe genannter Firma nach neuerem Patent. Fig. 28 ſtellt eine Abteufpumpe obiger Firma dar, die bei 1025 Umdrehungen pro Minute 16 Minuten/cbm auf 45 m Widerſtandshöhe fördert und hierbei einen Wirkungsgrad von 83% ergab. Fig. 32 zeigt die Anordnung einer von Gebr. Sulzer in Winterthur ausgeführten Waſſerhaltung, bei der von nur einer Pumpſtation aus durch zwei Stück vierſtufige Sulzer-Pumpen mit 1040 Umdrehungen pro Minute 7,8 cbm gegen 524 m Widerſtandshöhe gefördert werden [41]. Weitere Ausführungen ſ. [20], S. 1185. — Verſchiedene Syſteme, von denen Worthington-Jäger hervorgehoben werden, ſind in [20], S. 1183, ſchematiſch dargeſtellt. Außerdem bauen mehrere Maſchinenfabriken ihre eignen Konſtruktionen; die von Pröll zeichnet ſich ebenfalls durch einen guten Nutzeffekt aus. Außer andern Einzelheiten wurde bei den Hochdruckzentrifugalpumpen der ſorgfältigen Lagerung und der Aufhebung der Axialdrücke beſondere Beachtung zugewendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Während bei den einfachen Rädern letztere sich durch Anwendung doppelten Einlaufes ergibt, wird sie bei mehrstufigen Pumpen in verschiedener Weise erreicht: Gebr. Sulzer ordnen die Räder paarweise symmetrisch an (vgl. Fig. 31). Bei Borsig arbeiten die Räder durch eine Trennungswand in zwei symmetrische Gruppen geteilt. Beide Arten der Ausgleichung bedingen stets eine gerade Anzahl der Räder. Diese Einschränkung entfällt bei den Konstruktionen von Jäger und von Rateau. — Da bei gegebenen Verhältnissen jeder Umlaufzahl eine bestimmte Förderhöhe entspricht, ist es bei der Berechnung der Hochdruckzentrifugalpumpen nötig, neben der geodätischen Förderhöhe die Reibungswiderstände der Leitungen möglichst genau zu ermitteln, da sonst der Fall eintreten kann, daß das Wasser wegen zu geringer Umlaufzahl nicht auf die beabsichtigte Höhe oder nicht in der gewünschten Menge gefördert wird oder umgekehrt ein Ueberschuß an Druckhöhe entsteht. Dieser Umstand spielt bei dem elektrischen Antriebe, insbesondere beim Antrieb durch Wechselstrommotoren, die eine gebundene Umdrehungszahl haben, eine wichtige Rolle.

Als besondere Vorzüge der Hochdruckzentrifugalpumpen sind noch hervorzuheben: Die Unempfindlichkeit gegen unreines und sandiges Wasser, so daß, wie Prüfungen ergaben, der günstige Wirkungsgrad der Pumpen von 80 % und darüber durch jahrelange Betriebsdauer so gut wie nicht beeinflußt wird. Die Druckleitung kann während des Betriebes abgeschlossen werden, ohne daß eine Gefährdung der Pumpenorgane zu befürchten ist. Die Pumpe kann somit direkt in ein geschlossenes Rohrnetz ohne Hochbehälter arbeiten. Zum Antrieb der Hochdruckzentrifugalpumpen sind alle Arten von motorischen Antrieben mit Erfolg angewendet worden: durch Elektromotoren (als der modernsten Antriebsart), Dampfturbinen, Wasserturbinen und durch Riemen. Die Größenverhältnisse der Pumpen und ihrer Motoren gestatten in den meisten Fällen den für die Verringerung der Montagekosten an Ort und Stelle wichtigen Zusammenbau beider Maschinen auf gemeinsamer Grundplatte. Die verhältnismäßig kleinen Abmessungen ergeben große Ersparnisse an Anschaffungskosten, Raum und Fundamenten. Letztere Umstände sind besonders für Gruben von großer Wichtigkeit. Die Wartung ist äußerst gering. Ein Verschleiß ist kaum wahrnehmbar. — Die Erstellung der Kraftzentrale über Tage an einem beliebigen Orte, die einfache Einführung der elektrischen Energie in die Gruben war neben den aufgeführten Vorzügen ausschlaggebend, daß die Hochdruckzentrifugalpumpe im Bergbau dominierend geworden ist.

Bemerkenswert sind ferner die Zentrifugalpumpen zur Bewältigung sehr großer Mengen für Bewässerungszwecke, die von Dampfmaschinen normaler Arbeitsgeschwindigkeit entweder vermittelst direkter Kupplung oder Riemen und Seilen angetrieben werden. Zum Beispiel lieferten Gebr. Sulzer in Winterthur für Aegypten die maschinellen Einrichtungen zu Bewässerungsanlagen, bei denen unter anderm je eine durch eine liegende Dreifachexpansionsmaschine angetriebene Zentrifugalpumpe folgende Daten aufweist: Manometerförderhöhe 22,4 m, Fördermenge 3000 l/sec, theoretische Leistung 895 PS., indizierte Leistung der Dampfmaschine 1355 PS; Umläufe pro Minute 110, Füllung des Hochdruckzylinders 0,33 und Verbrauch an Kohle von 8000 W.E. Heizwert für 1000 cbm gehobenes Wasser 68 kg. Näheres hierüber s. [42]. In Dockbetrieben und im Schiffsdienst kommen ebenfalls Zentrifugalpumpen mit großen Fördermengen zur Verwendung [5], wie auch mitunter in städtischen Kanalisationen [19] und bei Wasserversorgungen. Die Berechnung der Zentrifugalpumpen s. [1], S. 434 ff., [7] und [14].

Die Förderhöhe kann bei Hochdruckzentrifugalpumpen nach Angaben von Sulzer für beliebig große Wassermengen und bei sehr großen Druckrohrlängen bis zu 800 m ansteigen. — Die Geschwindigkeit im Saugrohr kann bei kurzer Saugleitung bis zu 2,5 m angenommen werden. Die Geschwindigkeit im Druckrohr wird wesentlich von dessen Länge abhängen, da bei sehr langen Leitungen und großer Geschwindigkeit ein erheblicher Leitungsverlust entsteht; man wird daher die Geschwindigkeit von rund 1 m annehmen und dann nachrechnen, ob der Arbeitsverlust noch in zulässigen Grenzen bleibt. Die Schaufelform kann sehr verschieden genommen werden; Fink [7] empfiehlt eine nach einer archimedischen Spirale zurückgekrümmte, Rittinger eine schwach rückwärts gekrümmte, Herrmann [14] eine vorwärts gekrümmte Schaufel; über die bei diesen Formen sich ergebenden Vor- und Nachteile s. [1]. Der Wirkungsgrad η ergibt sich bei kurzen Leitungen zu 0,5–0,7, unter recht günstigen Verhältnissen und guten Ausführungen bis über 0,8. — Das Förderquantum ist, besonders bei mittleren und größeren Förderhöhen, nach unten begrenzt. Bei mäßigen Förderhöhen können durch entsprechend bemessene und konstruierte Zentrifugalpumpen, wie gezeigt, ganz bedeutende Wassermassen bewältigt werden. Zentrifugalpumpen aus Steinzeug s. [1], S. 468. Ferner lassen sich alle Schleuderpumpen auch zur Förderung unreiner, schlammiger oder sandiger Flüssigkeiten verwenden [4]. — Schraubenpumpen finden selten Anwendung. Näheres s. [1], S. 468.

Wasserstrahlpumpen mit gleichförmiger Wirkung s. Strahlapparate, mit stoßweiser Wirkung s. Widder, hydraulischer, und [11a]; Dampfstrahlpumpen (Elevatoren, Ejektoren, Injektoren) s. Strahlapparate. Vgl. a. Dampfkesselspeiseapparate.

Literatur: [1] Hartmann-Knoke-Berg, Die Pumpen, 3. Aufl., Berlin 1906. — [2] Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, 2. Aufl., Bd. 4, S. 308, Leipzig 1888. — [3] Post, Wasserwirtschaft in den norddeutschen Seemarschen, Zeitschr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover 1894, Heft 4. — [4] Post, Ueber die verschiedenen Arten von Dampfschöpfwerken zur Entwässerung von Niederungen, Zeitschr. f. Bauwesen 1894, S. 267 u. 395. — [4a] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1892, S. 1021. — [5] Busley, Die Schiffsmaschine, 3. Aufl., Kiel und Leipzig 1901. — [6] Bach, Konstruktion der Feuerspritzen, mit Anhang: Die allgemeinen Grundlagen für die Konstruktion der Kolbenpumpen, Stuttgart 1883. — [7] Fink, Theorie und Konstruktion der Brunnenanlagen, Kolben- und Zentrifugalpumpen, 2. Aufl., Berlin 1878. — [8] Riedler, Indikatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungsmaschinen, München 1881. — [9] Jeep, Der Bau der Pumpen und Spritzen, 2. Aufl., Leipzig 1891. — [10] Hoppe, Die Ventilpumpen oder die Lehre von der Bewegung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

felbſttätiger Ventile. — [11] Poillon, Traité théorique et pratique des pompes et machines à élever les eaux, Paris 1885. — [11 a] Berthot, P., Traité de l'élévation des eaux, Paris 1893. — [12] Björling, Pumps and pump motors, London 1895. — [13] Herrmann-Weisbach, Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 1881, 3. Teil, 2. Abteilung. — [14] Herrmann, Graphiſche Theorie der Turbine und Kreiſelpumpen, Berlin 1887. — [15] Riedler, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 537. — [16] Derſ., ebend. 1893, S. 955. — [17] Derſelbe, „Schnellbetrieb“ 1899. — [18] „Hütte“, d. Ing. Taſchenbuch 1902, Bd. 1, S. 1153 ff. — [19] Mueller, Otto H., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 8. — [20] Derſ., ebend. 1905, S. 981. — [21 a] Gutermuth, ebend. 1901, S. 1441. — [21 b] Derſ., ebend. 1904, S. 932 und 934. — [22] Schröder, ebend. 1902, S. 785. — [23] Derſ., ebend. 1907, S. 925. — [24] Frölich, ebend. 1900, S. 1712. — [25] Derſ., ebend. 1904, S. 3. — [26] Vacherot, ebend. 1899, S. 769. — [27] Schiele, ebend. 1892, S. 1001. — [28] Die Waſſerverſorgung von La Chaux-de-Fonds, ebend. 1888, S. 662. — [29] Kröber, ebend. 1895, S. 1069. — [30] Joſſe, ebend. 1895, S. 364. — [31] Derſ., ebend. 1898, S. 981. — [32] Baum und Hoffmann, ebend. 1904, S. 1829. — [33] Expreßpumpe, Patent Steuer, ebend. 1904, S. 483. — [34] Vogel, ebend. 1904, S. 536. — [35] Stodola, ebend. 1898, S. 197. — [36] Bavier, v., ebend. 1900, S. 1. — [37] Ehrhardt, ebend. 1901, S. 1642. — [38] Gerdau, ebend. 1899, S. 29. — [39] Kammerer, ebend. 1905, S. 1040. — [40] Heerwagen, ebend. 1901, S. 1549. — [41] Herzog, Schweiz. Elektr.-Zeitſchr. Nr. 38. — [42] Huber, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 42. — [43] Dubbel, ebend. 1902, S. 839. — [44] Derſ., ebend. 1904, S. 1003. — [45] Grun, ebend. 1907, S. 543. — [46] Biel, ebend. 1908, S. 442. — [47] Guillery, Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1907, S. 239. — [48] Weiß, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 1065. — [49] Davey, Henry, Pumping Machinery, London 1905.

F. Becher.

Pumpendampfer, ein mit leiſtungsfähigen Kreiſelpumpen ausgerüſteter Dampfer für Bergungszwecke (ſ. Bergungsdampfer).

Pumpenkolben ſind teils einfach wirkend als Tauch-, Ventil- und Differentialkolben, teils doppelt wirkende Tauch- und Scheibenkolben.



Fig. 1.

Pumpenkolben erhalten meiſt gußeiſerne Körper und als Liderung Eiſen- oder Metallringe, Holz, Leder oder Hanf. Zur Förderung von Flüſſigkeiten, die das Eiſen angreifen, ſo auch bei Seewaſſer, überzieht man gußeiſerne Kolben mit Bronze, wenn man nicht gar das Ganze in Bronze ausführt. Gewöhnlich fertigt man wenigſtens die Schraubenmuttern aus Bronze. Für Säuren und Laugen benutzt man auch vollſtändig aus Steinzeug hergeſtellte Pumpen mit glattgeſchliffenen Kolben (vgl. Pumpenventile, Fig. 1). Die Abbildungen zeigen Beiſpiele der Ausbildung. Fig. 1 kleiner Tauchkolben (Plunſcher- oder Mönchskolben) für eine Speiſepumpe; Fig. 2 ein größerer, doppelt wirkender Tauchkolben, der durch eine oder zwei Stopfbüchſen geht (ſ. Bd. 2, S. 585); Fig. 3



Fig. 2.

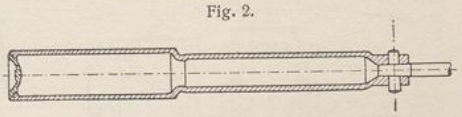


Fig. 3.

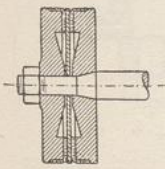


Fig. 4.

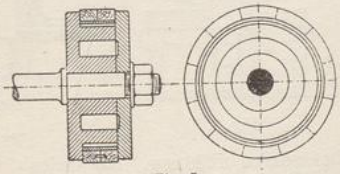


Fig. 5.

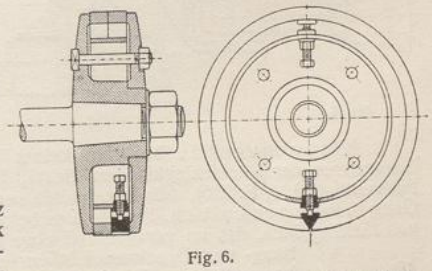


Fig. 6.

Differentialkolben, deſſen Ringfläche als Differenz der beiden Querſchnitte dauernd unter dem Druck des geförderten Waſſers ſteht, ſo daß durch „hydrauliſches Gegengewicht“ der Druck für Hin- und Rückgang ausgeglichen wird. Ueber die Berechnung der Wandſtärke ſ. Preßkolben. Fig. 4 Scheibenkolben mit doppelter Ledermanſchette mit Blechzwiſchenlage, geeignet für (nicht ſaures) Waſſer gewöhnlicher Temperatur bis zu 50 m Hubhöhe. Fig. 5 Scheibenkolben mit Holzſegmenten (Ahorn, Eiche, Pappel) und Stahlfederring für Kondenſationsluftpumpen. Fig. 6 Kolben für kaltes und heißes Waſſer, Dampf, Luft u. ſ. w. mit Rotgußringen, deren Enden durch einen Keil von weichem Meſſing geſperrt werden, wobei die Stellſchrauben für beide Ringe diametral gegenüber in einem geſchloſſenen, federnden Stahl-

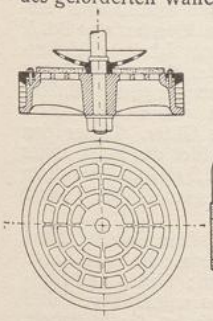


Fig. 8.

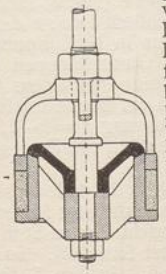


Fig. 7.

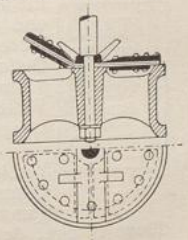


Fig. 9.

ringe ſitzen. Rotgußringe ſind nur für Pumpen mit längeren Stillſtänden und für ſaures Grubenwaſſer nötig. Gewöhnlich nimmt man gußeiſerne, ſelbſtſpannende Ringe wie für Dampfkolben (Bd. 2, S. 589). Fig. 7 Ventilkolben mit nachſtellbarer Hanfſeilpackung für kaltes und warmes Waſſer. Fig. 8 Kolben mit Weichpackung für Kondenſationsluftpumpen (ſ. Bd. 5, S. 592, und Bd. 6, S. 256) mit einer Gummiſcheibe über der gegitterten Sitzfläche. Fig. 9 Pumpenkolben mit einer armierten Lederkappe über halbkreisförmigen Oeffnungen und mit Liderung durch eine Filzeinlage, außen umwickelt mit geteertem Segeltuch, das gegen ſandiges Waſſer widerſtandsfähiger iſt als Leder. *Lindner.*

Pumpenſatz, ſ. Waſſerhebung.

Pumpenſood, ein Gehäuſe für Schiffspumpen, welches die Saugrohre der Pumpen umſchließt und dieſelben vor Beſchädigung durch die Ladung ſchützt.

Pumpenventile ſperren als ſelbſttätige Rückſchlagventile die Förderleitung vor und hinter dem Pumpenraum ab.

Man unterſcheidet Hub- und Klappenventile, ferner Gewichtsventile, die nur vermöge ihres Eigengewichtes in der Flüſſigkeit auf dem Sitz aufruhen, und Federventile mit elaſtiſcher Niederhaltung. Saug- und Druckventile werden in der Schlußſtellung außer durch ihre Belaſtung auch durch den Flüſſigkeitsdruck von der geſamten Förderhöhe aufgepreßt. Tellerventile haben ebene Sitzflächen, Kugel- und Kegelventile ſchräge Ringflächen. Die Dichtung erzielt man bei Metall durch Aufſchleifen; Gummi und Leder halten unter dem Druck dicht, ſolange das Material elaſtiſch bleibt. Ueber die Eignung verſchiedener Liderungen ſ. Pumpenkolben.

In Fig. 1 ſind Kugelventile als Saug- und Druckventile einfachſter Form an einer aus Steinzeug [12] gefertigten Pumpe dargeſtellt. Die rund geſchliffenen Kugeln, 1,4—1,5 mal ſo groß wie die Sitzweite, ſind unter fortwährendem Drehen auf den Sitz geſchliffen und werden durch einen Ventilfänger im Hub beſchränkt. Für Schwefelſäurepumpen benutzt man auch Gußeiſenkugeln mit Bleimantel, für ſchlammige Flüſſigkeiten mit Gummimantel, ſonſt auch maſſive Metallkugeln. Im Betriebe halten Kugelventile nicht vollkommen dicht, werden aber, auch bei unreinen Flüſſigkeiten, niemals ganz undicht.

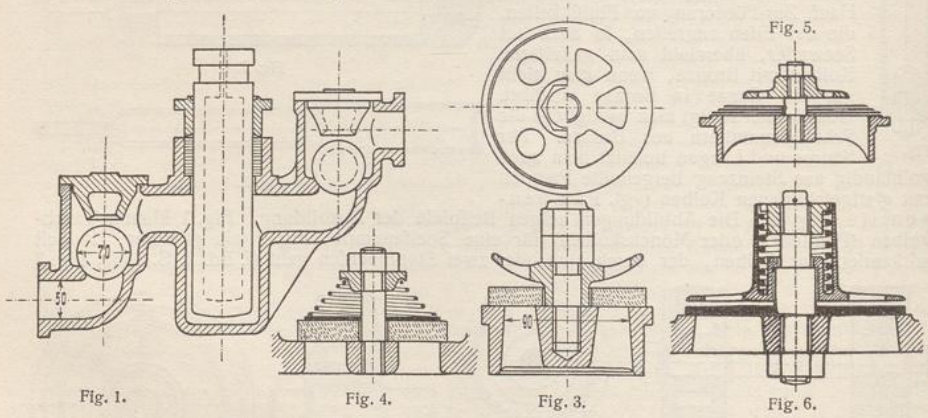


Fig. 1. Fig. 4. Fig. 3. Fig. 5. Fig. 6.

Klappenventile bedürfen keiner beſonderen Führung. Als Gelenk dient ſtatt des Scharnieres der Rückſchlagklappen (Bd. 5, S. 503) die biegſame Klappe ſelbſt, wie bei dem Fußventil (Bd. 4, S. 225). Mit Eiſenplatten verſteifte Lederklappen eignen ſich nur für langſamen Gang (ſ. Pumpenkolben, Fig. 7). Eine beſondere Art bilden die Gutermuthklappen (Fig. 2) von Meſſingblech, das im geraden Teil etwa 1 mm ſtark, im gerollten, federnden $^1/_2$ mm ſtark iſt.

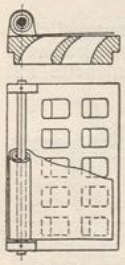


Fig. 2.

Saug- und Druckventil laſſen ſich in einen kegelig eingeſetzten Ventilkörper einbauen [10]. — Eine rechteckige Gummiklappe iſt in dem Kondenſator Bd. 5, S. 592, enthalten. — Die runde Gummiklappe (Fig. 3) biegt ſich kugelſchalenförmig auf bis an den Klappenfänger und ſchließt infolge der dem Stoff eignen Elaſtizität ſchnell und ſanft. Sie wird beſonders in Naßluftpumpen (Bd. 6, S. 256) und auch ſonſt ſehr häufig verwendet [13]. Gummiklappen von $h = 1{,}3$—2 cm Stärke liegen am Rande mit 5—15 mm Randbreite auf einem Gitter. Ueber den Oeffnungen von annähernd a cm Länge und b cm Breite erleidet die Platte unter p Atmoſphären Ueberdruck eine zuläſſige Spannung $s = 2$—2,5 kg/qcm in kaltem Waſſer, bezw. $s = 0{,}5$ kg/qcm in 30—40° warmem Waſſer, gemäß der Formel $s = p\, b^2/h^2\, 2\,(1 + (b/a)^2)$.

An dem Plattenventil (Fig. 4) hebt ſich die federbelaſtete Scheibe ohne Verbiegung und erfordert daher nicht ſo gutes elaſtiſches Material; ſie kann durch Gewebeeinlagen verſtärkt werden, auch aus verſchiedenem Stoff: Weich- und Hartgummi, Filz, Leder und Blech zuſammengeſetzt ſein [13]. So enthält Fig. 5 drei dünne Bleche, deren untere ſtellenweiſe durchbrochen ſind. In Fig. 6 findet die Platte ein federndes Widerlager [13].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ringventile laſſen die Flüſſigkeit am äußern und innern Rande durchſtrömen, wobei die Führung des Ringes die Abſtrömung nicht hindern darf. Fig. 7 zeigt eine Weiterbildung des Corlißventils [1], das aus einem Blechring von Bronze, Flachfeder und vierflügeligem Halter beſteht. Hier iſt der Ring mit unten vorſtehenden Schleifrändern und durchbrochenem Zylinderaufſatz gegoſſen, der dem Ringe eine beſſere Führung gibt und gelegentlich auch abgebrochene Federſtücke abfangen kann. An dem ſogenannten Glockenventil, Fig. 8 (ſ. Bd. 3, S. 8), liegt der innere Sitzrand tiefer, mit Rückſicht auf die Strömung und den Anſchluß der Rippen; zur Dichtung ſind Vulkanfiberringe eingelegt. Das Ringventil (Fig. 9), von denen 100 Saug- und 100 Druckventile zu einer Pumpe gehören [15], führt ſich mit einer langen Hülſe auf einer Spindel in wagerechter Lage, wobei berückſichtigt iſt, daß der Schwerpunkt nahe in die Mitte der Tragfläche fällt.

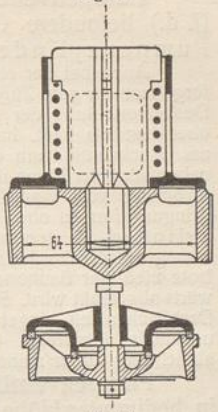


Fig. 7.

Fig. 8.

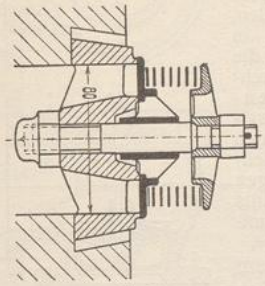


Fig. 9.

Mehrfache Ringventile geben die erforderliche Durchgangsfläche bei geringem Hub frei, weshalb man ſie bei großen Waſſermengen anwendet [5], [8], [9], falls man ſich nicht zu einer großen Zahl kleiner Ventile [1] entſchließt. In Fig. 10 ſind die Ringe mit ſechs Rippen und der Führungshülſe in einem Stück gegoſſen. Dagegen enthält Fig. 11 einzelne

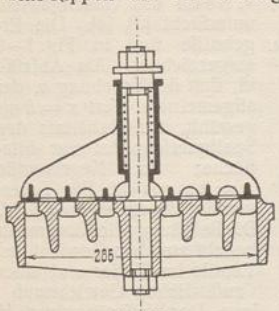


Fig. 10.

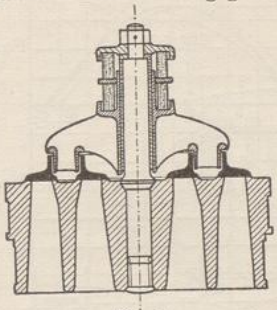


Fig. 11.

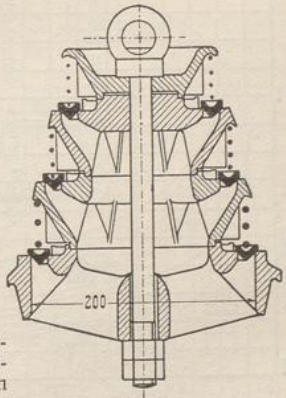


Fig. 13.

Ringe, geführt durch einen gemeinſamen Halter mit Gummirohrfeder, wobei ein im Spalt eingeklemmter Fremdkörper nicht ſämtliche Ringe verhindert, ſich aufzuſetzen. Ringe mit kegelförmigen Sitzflächen laſſen ſich nur einzeln dicht ſchleifen. Am Fernisventil (Fig. 12) nimmt der untere Ringteil den Druck auf, während das Leder die Abdichtung bewirkt, der obere Ringteil aber zur Führung in dem Halter dient; Rillen in der Sitzfläche des unteren Ringteils laſſen beim Oeffnen des Ventils den Waſſerdruck bis unter die Lederdichtung dringen. Am Stufenventil (Etagenventil) liegen die Ringe übereinander, entweder in gleicher Größe oder, der Strömung angepaßt, nach oben zu verjüngt, wie in dem Pyramidenventil (Fig. 13) von C. Hoppe. Das Ventil von Körting (Fig. 14) trägt mehrere mit kegeligen Sitzflächen verſehene Gummiringe, die ſich beim Oeffnen ein wenig ausweiten und durch eigne Elaſtizität zurückfedern.

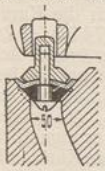


Fig. 12.

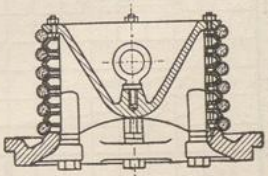


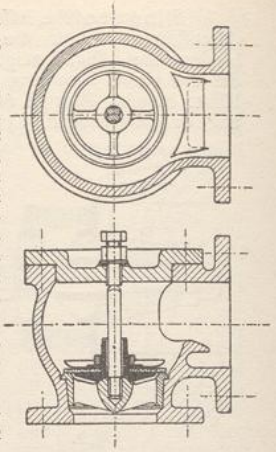
Fig. 14.

Geſteuerte Ventile nach Riedler [7] werden gleichzeitig mit dem Kolbenauslauf bis nahe auf den Sitz niedergedrückt, ſo daß ſie unmittelbar nachher abſchließen können, ohne hart aufzuſchlagen, ſelbſt bei hohem Ventilhub und ſchnellem Gang der Pumpe. Als einfache Tellerventile erſetzen ſie die mehrfachen Ringventile. Die äußere Steuerung von der Welle bis zu dem zwangläufig bewegten Widerlager des Ventils erſchwert den Bau und die Unterhaltung der Pumpmaſchine, veranlaßt auch Störungen beim Einklemmen eines feſten Körpers im Ventil, ſo daß nach der Erfahrung die Vorzüge durch die Nachteile übertroffen werden. Vgl. die Literatur unter Pumpen.

Literatur: [1] Mueller, O. H., Das Pumpenventil, Leipzig 1900. — [2] Bach, C., Verſuche über Ventilbelaſtung und -widerſtand, Berlin 1884. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1886, S. 421—1063; 1887, S. 41—67. — [4] Ebend. 1893, S. 381—386. — [5] Ebend. 1902, S. 661—669. — [6] Ebend. 1904, S. 1093—1188, und Forſchungsarbeiten, Heft 30. — [7] Ebend. 1905, S. 485—622. — [8] Ebend. 1885, S. 502—585, und 1890, S. 537—636. — [9] 1886, S. 935—940. — [10] Ebend. 1904, S. 932. — [11] Ebend. 1905, S. 1030. — [12] Ebend. 1905, S. 1303. — [13] Ebend. 1905, S. 1935—2105. — [14] Ebend. 1907, S. 931. — [15] Ebend. 1907, S. 1226. — [16] Ebend. 1908, S. 780—786. *Lindner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pumpenventilgehäuse bilden an manchen Pumpen (s. d.) besondere Gußstücke, an andern einen Teil des Pumpenzylinders (s. d.).



Auch bei der einfachsten Form (s. Pumpenventile, Fig. 1) sorgt man für gute Zugänglichkeit des Ventils durch einen besonderen Deckelverschluß, der in Rücksicht auf die Bearbeitung meist gerade über dem Sitz liegt. Im Saugventilkasten darf sich kein Luftsack bilden, am Druckventil kann der Deckel als Haube ausgeführt werden. In nebenstehender Figur ist das Gehäuse kugelförmig ausgebildet, um die Strömung vom Ventilspalt nach oben abzulenken und um Durchdringungsformen ohne Biegungsspannungen zu erzielen (s. Pumpenzylinder). In dem mit trompetenartiger, oben abgeflachter Erweiterung anschließenden Druckstutzen ist ein Wehr so eingesetzt, daß trotz niedriger Bauhöhe die Strömung am Ventil nicht sogleich seitwärts abgelenkt wird. Kleinere Ventilsitze werden in schlank kegeligen Drehflächen fest eingetrieben und vor dem Aufschleifen des Ventils nochmals überdreht. Größere Sitze spannt man mit Rundgummiabdichtung durch mehrere Schrauben fest. *Lindner.*

Pumpenventilgleichgewicht besteht, wenn an dem in bestimmter Höhe schwebenden Ventil der Belastung eine gewisse Intensität der Strömung entspricht.

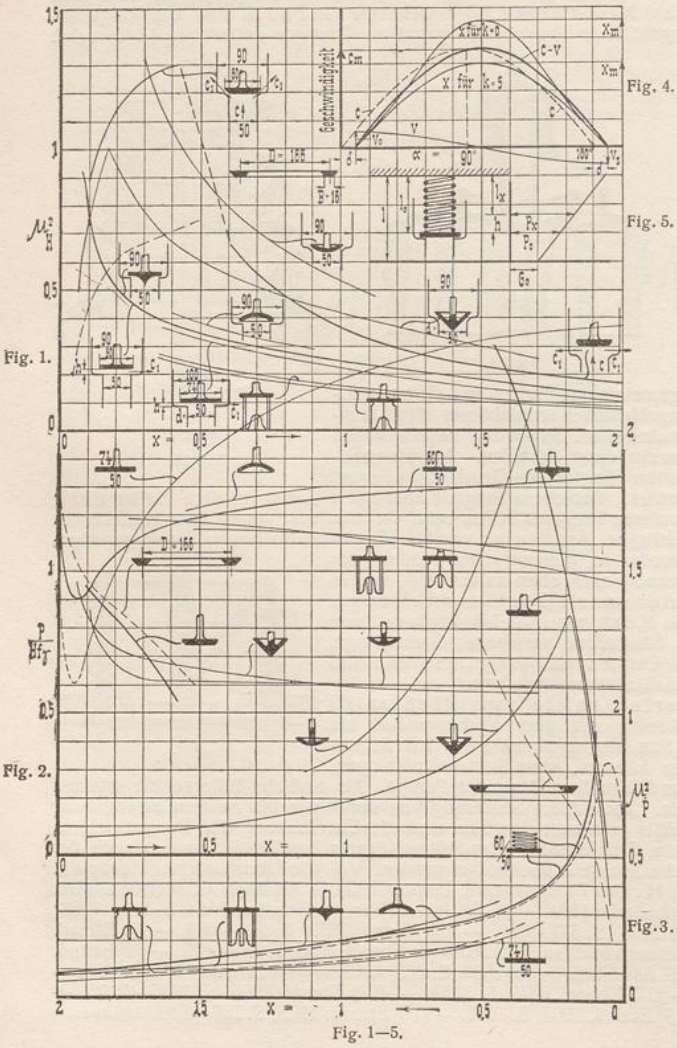


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 1—5.

Durch Versuche mit verschiedenen Ventilformen hat v. Bach das Gleichgewicht untersucht [2], [3]. Die Ergebnisse sind in Fig. 1—3 aufgezeichnet. Als Abszisse ist, statt der Erhebung h, der allgemeinere Wert $x = h\,u/f$ gewählt, das Verhältnis des Spaltquerschnittes zur Sitzfläche; für Kegelventile $x = h\,u\,\cos\alpha/f$. Für Tellerventile ist dabei $x = 4\,h/d$. Die Belastung P in Kilogramm besteht aus dem Gewicht des Ventils im Wasser und einer zusätzlichen Gewichtsauflage. Der Wasserüberdruck H in Metern $W\,s$ äußert auf die Fläche f in Quadratmetern mit $\gamma = 1000$ kg/cbm den Druck $H\,f\,\gamma$. Nach Fig. 2 ist für das Tellerventil von 74 mm Plattengröße über 50 mm Sitzweite $P = H\,f\,\gamma$ nur bei $x = 0{,}2$, bei höherer Ventilstellung aber größer, und es scheint, daß sich die Kurve dem Grenzwert $(74/50)^2 = 2{,}2$ nähert. Offenbar breitet sich der Flüssigkeitsdruck H bei zunehmender Erhebung auf eine Fläche aus, die größer als f ist, indem er eigentlich bis an die äußere Kante allmählich abnimmt. Bei sehr geringer Erhebung, kleiner als $x = 0{,}2$, wirkt der Strahl, indem er sich zwischen den Sitzflächen von innen nach außen ausbreitet, saugend, so daß hier P kleiner als $H\,f\,\gamma$ erscheint. Ebenso für die andern Ventilformen. An Kegelventilen wird P durchweg kleiner als $H\,f\,\gamma$, weil hier der Wasserdruck schon bis an den Rand der Unterfläche f abfällt. Die gestrichelte Kurve gilt für ein

Kegelringventil nach Klein [7]. — Soweit die Ordinaten mit x wachsen, wäre das Gleichgewicht labil, wenn nicht der Strömungsdruck bei einer kurzen Bewegung des Ventils nach oben relativ stark abnähme und auf das sinkende Ventil stärker wirkte.

In bezug auf die Spaltgeschwindigkeit c_1 gilt $H = c_1^2/2g\mu H^2$ und $P/f\gamma = c_1^2/2g\mu P^2$. Die Werte von μH^2 sind in Fig. 1, für μP^2 in Fig. 3 nach [2] berechnet und eingezeichnet. Sie verhalten sich wie $P : H f \gamma$. Aus Ventilerhebungsdiagrammen von einer Pumpe mit federbelastetem Tellerventil von 60 auf 50 mm hat Berg die Werte für μP berechnet und in [6] angegeben; die hiernach in Fig. 3 gestrichelte Kurve zeigt eine sehr gute Uebereinstimmung mit der aus v. Bachs Versuchen entnommenen Kurve für das gleiche Tellerventil. Bei den Kegel- und Kugelventilen erreichen die Ausströmkoeffizienten Werte über 1, was sich daraus erklärt, daß die Energie der schräg aufwärts gerichteten Strömung sich oberhalb des Ventils zum großen Teil wieder in Druckhöhe umsetzt, wogegen bei den Tellerventilen der Strahl senkrecht gegen die zylindrische Gehäusewand stößt, so daß seine Energie verloren geht.

Kegelventile mit ebener Unterfläche führen den Strahl nur bei geringen Erhebungen in der Richtung der Kegelfläche (Fig. 1, links oben), bei größeren Erhebungen (über den Sitz hinaus) geht die Strömung plötzlich in diejenige der Tellerventile über (Fig. 1, rechts unten).

Lindner.

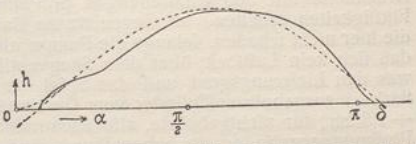
Literatur f. Pumpenventile.

Pumpenventilhub ist in seinem Verlauf maßgebend für die Geschwindigkeit, mit der eine Pumpe arbeiten darf, ohne zu schlagen.

Die Erhebung beginnt durch den Eröffnungsstoß, den v. Bach mittels eines Indikators mit gespannt gehaltener Feder gemessen hat [3]. Der plötzliche Ueberdruck erteilt dem Ventil eine Anfangsgeschwindigkeit, die gleich der augenblicklichen Strömung des Wassers im Ventil ist, um so höher, je größere Geschwindigkeit der Kolben nach Ueberschreitung des Totpunktes schon angenommen hat. Die Verspätung, gemessen durch den Kurbelwinkel δ (s. Pumpenventilgleichgewicht, Fig. 4) ist bedingt durch den verspäteten Abschluß des mitarbeitenden Ventils und noch etwas größer, wenn der Pumpenzylinder elastisch nachgibt oder Luft enthält, schon wenn er mit dem federnden Indikator in Verbindung steht [6].

Die Berechnung des Ventilspieles sei für eine Pumpe mit Kurbelantrieb ohne Rücksicht auf den Einfluß der Pleuelstange durchgeführt, alle Maße in Metern. Die Kolbenfläche F, der Hub $2R$ und die Drehgeschwindigkeit $\omega = 2\pi n/60 = 0{,}1\,n$ fördert sekundlich $Q = FR\omega/\pi$ und bewirkt bei der Kolbengeschwindigkeit $R\omega \sin\alpha$ im Ventilsitz f die Strömung c mit dem Höchstwert $c_m = FR\omega/f$, dem Durchschnittswert $2c_m/\pi$ und jeweilig $c = c_m \sin\alpha$. Das Ventil beginnt mit $v_0 = c_m \sin\delta$ und steigt mit der Geschwindigkeit v, die nach Hubmitte negativ wird, bis es mit $v_s = -c_m \sin\delta$ im Winkel δ jenseits des Totpunktes wieder auf den Sitz trifft. Die Verspätung ergibt sich daraus, daß das Ventil selbst (wie ein beweglicher Kolben) das Wasser verdrängt und — bei stillstehendem Pumpenkolben — die Menge fv durch den Spalt hindurchlassen muß. Dabei fließt aber im Spalt das Wasser niemals zurück, sondern wegen der Ventilbelastung immer von unten nach oben durch, mit der Geschwindigkeit c_1. Es ist in jedem Augenblick $fc - fv = hu c_1$. Unter der Annahme, daß c_1 konstant ist, läßt sich mit $v = dh/dt$ die Gleichung integrieren, und man erhält, in Uebereinstimmung mit der Theorie von Westphal [4] und der Rechnung von Müller [1], für das Ventil eine Sinusbewegung mit $h = h_m \sin(\alpha - \delta)$, $v = v_0 \cos(\alpha - \delta)$ und der Beschleunigung $dv/dt = -h\omega^2$. Die Beschleunigung bedingt einen geringen Unterschied zwischen der Belastung und dem Wasserüberdruck, der sich jeweils dementsprechend einstellt.

Setzt man dem Pumpenventilgleichgewicht gemäß $c_1 = \mu P \sqrt{2gP/f\gamma}$ veränderlich ein, so darf man für v den vorigen Verlauf beibehalten, ähnlich wie Berg [6] mit einer kleinen Abweichung rechnet. Man erhält mit $x = hu/f$ die Bewegungsgleichung $c_m \cos\delta \sin(\alpha - \delta) = c_1 x$. Nach Fig. 3 im Art. Pumpenventilgleichgewicht sei näherungsweise $\mu P^2 = 1/(1 + 5x)$ für das Tellerventil und $\mu P^2 = \sqrt{0{,}5 + 4x}$ für das Kegelventil angenommen, ferner $P = P_0(1 + kx)$ gesetzt und $c_0 = \sqrt{2gP_0/f\gamma}$. P_0 ist die Belastung des Ventils in der Schlußstellung und besteht aus dem Gewicht des Ventils in der Flüssigkeit und dem Druck der Feder bei der Länge l_0 (Fig. 5 auf S. 292). Bei der Erhebung auf h Meter wächst der Federdruck um $100\,Ch$, wenn C in Kilogramm/Zentimetern die Federkonstante angibt; (nach Bd. 3, S. 659 ist mit den dortigen Bezeichnungen in Zentimetern $C = P/f$, z. B. für die zylindrische Schraubenfeder von rundem Messingdraht mit $E = 1\,000\,000$ ist $C = 6000\,d^4/nr^3$). Dagegen vermindert sich die wirksame Ventilbelastung mit der Erhebung wegen des Beschleunigungsdruckes $-mh\omega^2$, wobei in Rücksicht auf das mit dem Ventil zu verzögernde Wasser die Masse $m = P_0/g$ statt G/g gerechnet werden mag. Hiernach wird $P = P_0 + 100\,Ch - P_0 h\omega^2/g$, folglich $k = (f/u)\,[100\,C/P_0 - (n/30)^2]$. Für das Beispiel in [5] ist $C = 50$ und $k = 0{,}25$. Wenn ein Tellerventil den Wert $k = 5$ hätte und der Verlauf eine Sinusbewegung in der Bewegungsgleichung, wäre $c_1 x = c_0 x \sqrt{1 + kx}/\sqrt{1 + 5x} = c_0 x$. Statt dessen ergibt sich für $k = 0$ eine in der Mitte überhöhte Linie (Fig. 4 auf S. 292). In vorstehender Figur ist der wirkliche Verlauf im Vergleich mit der gestrichelten Sinuslinie aufgezeichnet [3], [5], [6]. Sobald das Ventil von der Linie der Gleichgewichtslagen abweicht, treten starke Druckdifferenzen, besonders infolge der veränderten Strömung auf, die es pendelnd der normalen Lage zuführen. Feste Hubbegrenzungen sind dabei unnötig und störend [3].



Die größte Erhebung h_m bezw. x_m findet sich, indem man in der Bewegungsgleichung $\cos\delta$ und $\sin(\alpha - \delta) = 1$ setzt. Für $k = 5$ wird $x_m = c_m/c_0$; für ein Gewichtsventil mit $k = 0$ ist $c_m/c_0 = x_m/\sqrt{1 + 5x_m} = 0{,}2 - 0{,}25 - 0{,}33 - 0{,}4$ für $x_m = 0{,}33 - 0{,}45 - 0{,}7 - 0{,}9$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für den Verſpätungswinkel erhält man, indem man die Bewegungsgleichung nach der Zeit differentiiert, $\operatorname{tg}\delta = f\omega/u\,c_0$, und zwar nach [4] 2—6°.

Aus Verſuchen mit gewichtsbelaſteten Pumpenventilen folgert v. Bach [3], daß die Grenze des Ventilſchlages proportional $FR\omega^2/P_0$ iſt, und Berg gibt für mäßige Federbelaſtung an [6], daß die Höhenlage des Ventils am Totpunkt bei $\alpha = \pi$, nämlich $x_\pi = (c_m/c_0)\cos\delta\sin\delta$ oder $(c_m/c_0)\operatorname{tg}\delta = 0{,}016$ werden darf, alſo $u\,c_0^2 > 20\,Q\,n$. Weſtphal [4] ſtellt auf Grund von Betriebserfahrungen als Bedingung für ſchlagfreien Ventilſchluß auf, daß die Schlußgeſchwindigkeit nicht größer als 0,1 m/sec ſein ſoll, woraus folgt $u\,c_0 \geq \pi\,Q\,n$ oder $h_m \leq 1/n$.

Eine Ausnahme von der Theorie macht das im Pumpenventilgehäuſe (S. 292) gezeichnete, noch nicht ausgeführte Ventil, weil es ſich bereits im Totpunkt auf ſeine Tragfläche in der Mitte auffetzen kann, während die Lederliderung am Spalt das vom Kolben zuletzt noch angeſaugte oder verdrängte Waſſer eben noch durchläßt. Fernisventile und biegſame Gummiklappen kommen ihm darin nahe.

Literatur ſ. Pumpenventile. *Lindner.*

Pumpenventilmaße ſind nach der Theorie über den Pumpenventilhub (ſ. d.) nicht eindeutig beſtimmt, ſondern noch nach andern, praktiſchen Rückſichten zu wählen.

Die freie Fläche f qm im Sitz ergibt ſich für die von der einzelnen Pumpenſeite ſekundlich geförderte Waſſermenge $Q = FR\omega/\pi = c_m f/\pi$, unter Annahme von c_m zu 1—2 m/sec, auch noch darunter zur Verminderung der Widerſtandsverluſte bei Saugventilen und darüber bei großer Druckhöhe. Im allgemeinen wird f mit dem Querſchnitt der Stutzen oder Rohre übereinſtimmen. Nach der Bauart der Pumpenventile richtet ſich das Verhältnis f/u. Für z Plattenventile mit je 20% Verſperrung durch Rippen iſt $f = z\,0{,}80\,\pi\,d^2/4$ und $u = z\,\pi\,d$, alſo $f/u = d/5$, z. B. 0,01—0,02 m für 50—100 mm Weite. Für Ringventile iſt $f = B\,\pi\,(D_1 + D_2 + \ldots) = B\,u/2$ und $f/u = B/2$, z. B. 0,01—0,02 m für 20—40 mm Ringweite im Sitz.

Weiter hat man $c_0 = \sqrt{2\,g\,P_0/f\,\gamma}$ im Verhältnis zu c_m nach zwei nebeneinander beſtehenden Bedingungen anzunehmen: zur Vermeidung von Ventilſchlägen ſoll $c_m/c_0 < u/f\,n$ ſein; außerdem ſoll die größte Ventilerhebung nicht größer als f/u werden. Für den letzteren Zweck genügt die einfache Annäherung $c_m/c_0 < 0{,}4 + 0{,}1\,k$ für Tellerventile und $c_m/c_0 < 1{,}5 + 0{,}25\,k$ für Kegelventile. Um c_0 nicht größer als nötig zu erhalten, kann man dieſe Ausdrücke $= u/f\,n$ ſetzen und daraus k berechnen, jedoch nur in den Grenzen zwiſchen 0 und 6 annehmen. Zu k gehört die Federkonſtante C kg/cm $= 0{,}01\,P_0\,(k\,u/f + (n/30)^2)$. Falls aber dieſe gegeben oder angenommen iſt, ermittelt man umgekehrt hierzu die Größe von k und hat danach c_m/c_0 nach den beiden angegebenen Rückſichten zu berechnen und den kleineren Wert beizubehalten. Je größer c_0 ausfällt, um ſo größer wird der Ventilwiderſtand $P_0/f\,\gamma = 0{,}1$—$0{,}5$—1—2 m *Ws* für $c_0 = 1{,}4 - 3 - 4{,}5 - 6$ m/sec. Hiernach findet man die Federſpannung (Fig. 5 auf S. 292) aus $100\,(l - l_0)\,C = P_0 - G_0$, und kann den Pumpenventilhub (ſ. d.) nachrechnen.

Die Breite des Dichtungsrandes läßt ſich wohl $b = \beta\,(f/u)$ ſetzen, ſo daß für p Atmoſphären Geſamtbelaſtung des Ventils durch den der Förderhöhe entſprechenden Flüſſigkeitsdruck und die Eigenbelaſtung der Flächendruck $k = p/\beta$ wird. Bei verſchiedenem Material gilt je für das weichere: für Phosphorbronze $\beta = 0{,}3 \sim 0{,}2$ und $k < 200$ kg/qcm, für Rotguß $\beta = 0{,}4 \sim 0{,}3$ und $k < 150$, für Gußeiſen $\beta = 0{,}6 \sim 0{,}4$ und $k < 80$, für Leder und Gummi $\beta = 0{,}7 \sim 0{,}5$ und $k < 30$ kg/qcm. Einfache Metallventile erhalten z. B. 5 — 7,5 — 10 mm Randbreite für 50 — 100 — 150 mm Weite. Rings um den Teller ſoll im Gehäuſe mindeſtens der Querſchnitt f frei bleiben, ſo daß die Gehäuſeweite 1,8 d bis 1,6 d wird. *Lindner.*

Pumpenzylinder ſind, je nach der Bauart der Pumpen, entweder ausgebohrte Zylinder für Scheiben- oder Ventilkolben oder zylinderähnliche Gefäße mit Stopfbüchſe für Tauchkolben, je mit weiten Uebergängen zu den Ventilen.

Als Beiſpiel großer Pumpenzylinder für Bergwerke, nach Ausführung der „Gutehoffnungshütte“ A.-G. in Oberhauſen, zeigt Fig. 1 eine Druckpumpe von 570 mm Kolbendurchmeſſer und 3800 mm Hub für 100 m Druckhöhe mit Ventilen und Rohren in einer zweiten Achſe, Fig. 2 Anſicht und Schnitt der einachſigen Rittinger-Pumpe von 1000 mm Durchmeſſer und 2825 mm Hub für 40 m Druckhöhe. Fig. 3 zeigt als Gegenſtück den Zylinder einer Riedlerſchen Expreßpumpe [2] von 700 mm Länge für 180/150 mm Kolbendurchmeſſer und 150 mm Hub bei 200 m Druckhöhe mit 300 Umdrehungen pro Minute, darüber den Druckventilkaſten. Pumpen für Flüſſigkeiten erhalten, im Gegenſatz zu Dampf- und Luftzylindern, große „ſchädliche Räume“, die hier nicht ſchaden, ſolange die Pumpe nicht etwa Luft enthält. Um ſo mehr achtet man darauf, daß ſich kein Luftſack über dem Saugventil, im Zylinder oder unter dem Druckventil bildet, was den Lieferungsgrad und das Spiel der Ventile ungünſtig beeinfluſſen würde. Die Wandſtärke δ ausgebohrter Zylinder vom Durchmeſſer D beträgt (wie bei Dampfzylindern) $\delta = 0{,}02\,D + 1{,}5$ cm; für nichtgebohrte, alſo auch nicht nachzubohrende Zylinder genügt $0{,}02\,D + 1{,}0$ cm; Preßpumpenzylinder für hohen Druck ſind beſonders zu berechnen (ſ. Preßzylinder). Die ſeitlichen Uebergänge zu den Ventilen ſind mit reichlichen Abrundungen anzuſchließen, um die Strömungsverluſte zu mindern; dabei iſt zu beachten, daß das Waſſer genügenden Strömungsquerſchnitt im Zylinder bis zum Kolbenboden findet, etwa ſo bemeſſen, daß die Zylinderweite gleich der Summe aus Kolbendurchmeſſer und Stutzenweite wird, falls die Stutzen nicht am Ende des Zylinders ſitzen.

Ueberall, wo eine zylindriſche Rohr- oder Gefäßwand durch eine Seitenöffnung unterbrochen wird, hört die tangentiale Kraftübertragung auf [3], auch wenn die Zylinderwand (wie an dem Domanſchluß von Dampfkeſſeln [1]) mit einer oder mehreren kleinen Oeffnungen durchgeführt iſt. An Pumpenzylindern können ſogar ſichtbare Formänderungen jedesmal beim Druck-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wechfel auftreten. Nur eine geradlinig durchgehende Verankerung würde die Durchdringung entlaften. Meift begnügt man fich damit, die Wandftärke reichlich zu nehmen, und fpannt in befonderen Fällen (Fig. 3) Schrauben feitlich der Durchdringung in Augen des Gußftückes feft ein. Am zweckmäßigften wählt man Kugelform, befonders für Ventilgehäufe, fowie an Kreuzftücken von Rohren für hohen Druck.

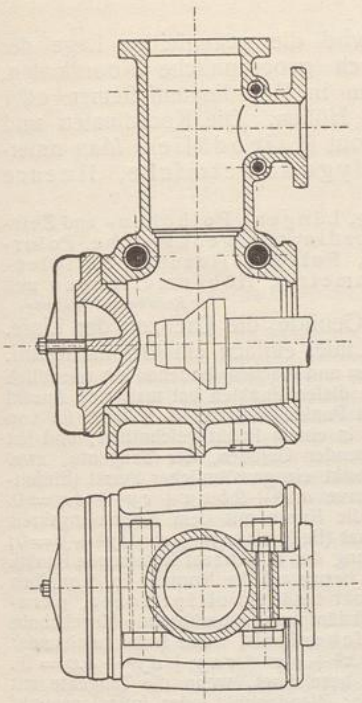


Fig. 3.

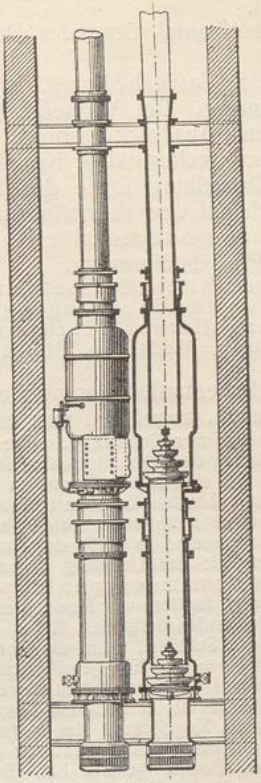


Fig. 2.

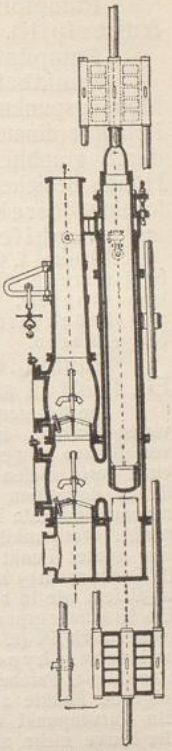


Fig. 1.

In Ermanglung von Unterfuchungen über die Feftigkeit von Durchdringungsformen fei hier zur Beurteilung der Spannungen bei innerem Druck die Berechnung eines elliptifchen Ringes (Fig. 4) als Durchdringung zweier gleichweiter Zylinder durchgeführt. Für ein Element (Fig. 5) von der Länge $d\,l = \varrho\,d\,\tau$ und der Breite 1 gelten die Gleichgewichtsbedingungen: in radialer Richtung $p\,d\,l + d\,V = 2\,S \sin d\,\tau/2$; tangential $d\,S + V \sin d\,\tau = 0$; drehend $d\,M = V\,d\,l$. Die refultierende Gleichung $p\,d\,M + S\,d\,S + V\,d\,V = 0$ läßt fich vom Endpunkt der großen und kleinen Halbachfe aus integrieren, wobei zu fetzen ift: $S_a = a\,p$, $S_b = b\,p$, $V_a = V_b = 0$ und $S^2 + V^2 = c^2\,p^2 = (x^2 + y^2)\,p$. Man erhält $(M - M_a)\,2/p = a^2 - x^2 - y^2$ und $(M - M_b)\,2/p = b^2 - x^2 - y^2$. Um die Löfung der Aufgabe zu ermöglichen, fei angenommen, daß der Ort für $M = 0$ für eine Schar konfokaler Ellipfen eine Hyperbel fei, die eine große Ellipfe diefer Art in der Mitte des Quadranten trifft und eine flache (Fig. 4) im Abftande $e/\sqrt{3}$ wie bei einem geraden Träger. Die Gleichung diefer Linie $x_0^2 - y_0^2 = (a^2 - b^2)/3$ gilt gleichzeitig mit der Ellipfengleichung für $M = 0$. Hiermit folgt $M_a = -\,p\,(2\,a^2 + b^2)\,(a^2 - b^2)/6\,(a^2 + b^2)$ und $M_b = p\,(a^2 + 2\,b^2)\,(a^2 - b^2)/6\,(a^2 + b^2)$.

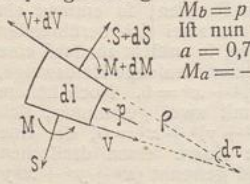


Fig. 5.

Ift nun für ein Rohr von d cm Weite $a = 0{,}7\,d$ und $b = 0{,}5\,d$, fo wird $M_a = -\,p\,d^2/14{,}4$ und $M_b = p\,d^2/18$. Die Biegungsfpannungen in dem Ringe von der Breite 1 und der Stärke δ cm addieren fich in jedem Falle mit den Zugfpannungen $\sigma_a = ap/\delta$, bezw. $\sigma_b = bp/\delta$, wobei die Gefamtfpannungen bei normalen Rohrftücken mit $p = 10$ Atmofphären über 1000 kg/qcm fteigen. — Wenn aber in der Durchdringung auch die axialen Rohrfpannungen wirkfam auftreten, ftreben fie, entgegen zur Wirkung des Flüffigkeitsdruckes, dahin, die große Achfe zu ftrecken, die kleine zu verkürzen. Ein entfprechend durchgeführter Berechnungsgang liefert $M_a = p\,d^3/63$ und $M_b = -\,p\,d^3/29$. Jedenfalls werden fich die Biegungsmomente auf eine gewiffe Breite feitwärts der Durchdringungslinie verteilen, auch wenn die Kanten nicht abgerundet find.

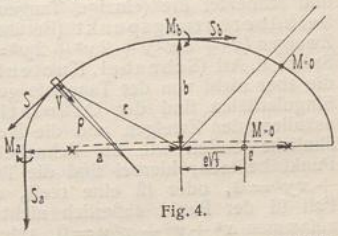


Fig. 4.

Daher können ſich dieſe Momente mit den vorigen einigermaßen ausgleichen, ſo daß nur Zugſpannungen verbleiben, die rund anderthalb- bezw. zweimal ſo hoch ſind wie im geraden Rohr.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 868. — [2] Ebend. 1901, S. 1445. — [3] Ebend. 1907, S. 994. *Lindner.*

Pumpſpill, horizontal liegendes Bratſpill mit Pumpenhebelantrieb (vgl. Ankerſpill).

Pumpſtation, ſ. Waſſerhebung.

Punktbeſtimmung. Bei Vermeſſungen wird die gegenſeitige Lage der Meſſungspunkte zum Ausdruck gebracht durch geographiſche Koordinaten, Polarkoordinaten und rechtwinklige Koordinaten in Koordinatenſyſtemen oder durch graphiſche Darſtellung ſowie durch die Höhen. Die Koordinaten und Höhen beziehen ſich auf den Vermeſſungshorizont (ſ. Geodäſie). Man unterſcheidet direkte, trigonometriſche, polygonometriſche, lineare und graphiſche Punktbeſtimmung.

Näheres ſ. Geographiſche Ortsbeſtimmung, Längen-, Polhöhen- und Zeitbeſtimmung, Geodätiſche Uebertragung, Koordinaten, geodätiſche, Polarkoordinaten, Triangulierung, Tachymetrie, Polygoniſierung, Buſſolenzug, Stückvermeſſung, Meßtiſch, Photogrammetrie, Höhenmeſſungen und Nivellieren. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Punkte, die elementarſten geometriſchen Gebilde, die Grenzen der Linie. Ein Punkt iſt aber auch, abgeſehen von einer Linie, einfach ein Ort im Raum.

Die höheren geometriſchen Gebilde, d. h. die Kurven und Flächen, beſtehen aus unendlich vielen Punkten. Hinſichtlich des Verhaltens derſelben in dieſen Punkten hat man eine Anzahl von Namen eingeführt. Iſt eine ebene Kurve in einem Punkte einfach, d. h. wird ſie von einer durch dieſen Punkt gehenden Geraden daſelbſt nur in einem Punkt geſchnitten, und hat ſie in demſelben mit einer beſtimmten durch ihn gehenden Geraden, der Tangente, zwei zuſammenfallende Punkte gemein, ſo heißt der Kurvenpunkt ein gewöhnlicher Punkt (Einfeitpunkt, Ovalpunkt). Beiſpiel: der Urſprung für die Kurve $a x^2 + 2 b x y + c y^2 + d x = 0$. Ein ſolcher Punkt heißt Krümmungspunkt, wenn die Kurve mit dem Krümmungskreis (ſ. Krümmung) nicht drei, ſondern vier Punkte gemein hat (Beiſpiel: $x y^2 + x^2 + y^2 + y = 0$; in dieſem wie in allen folgenden Beiſpielen iſt der Urſprung der in Betracht kommende Punkt). Ein Krümmungspunkt heißt Scheitel, wenn die Kurve in bezug auf die Normale in demſelben ſymmetriſch iſt (z. B. $x^2 + y = 0$). Ein gewöhnlicher Punkt heißt ein elliptiſcher, parabeliſcher, hyperboliſcher, je nachdem der daſelbſt fünfpunktig berührende Kegelſchnitt eine Ellipſe, Parabel, Hyperbel iſt; er heißt ein ſextaktiſcher Punkt, wenn ſechs aufeinander folgende Punkte auf einem Kegelſchnitt liegen (z. B. $a x^3 + b x^2 + c x y + d y^2 + e x = 0$). Ein Kurvenpunkt wird als charakteriſtiſcher Punkt bezeichnet, wenn die Tangente mit der Kurve mehr als zwei Punkte gemein hat. Beiſpiele: Wendepunkt oder Inflexionspunkt ($x^3 + y = 0$); Flachpunkt oder Undulationspunkt ($x^4 + y = 0$); Wendeflachpunkt ($x^5 + y = 0$), in welchen die Tangente mit der Kurve bezw. 3, 4, 5 Punkte gemein hat. In einem charakteriſtiſchen Punkte durchdringt die Kurve die Tangente, wenn die Zahl ihrer gemeinſamen Punkte mit dieſer ungerade iſt; andernfalls nicht. Ein Kurvenpunkt heißt ein mehrfacher, wenn jede Gerade durch denſelben die Kurve in mehr als einem Punkt ſchneidet. Charakteriſtiſche Punkte und mehrfache Punkte heißen zuſammen auch ſinguläre Punkte. In einem zweifachen oder Doppelpunkt (Knoten) exiſtieren zwei Tangenten, d. h. Gerade, welche die Kurve in drei zuſammenfallenden Punkten ſchneiden. Beim gewöhnlichen Doppelpunkt ſind dieſe reell (z. B. $x^3 + y^3 + x y = 0$). Derſelbe heißt Inflexions- bezw. Doppelinflexionsknoten, wenn eine der Tangenten bezw. beide in vier zuſammenfallenden Punkten ſchneiden (z. B. $x^3 + y^4 + x y = 0$, bezw. $x^4 + y^4 + x y = 0$). Sind die Tangenten imaginär, ſo heißt der Doppelpunkt ein iſolierter oder konjugierter Punkt (Einſiedler) (z. B. $x^3 + x^2 + y^2 = 0$). Fallen endlich beide Tangenten zuſammen, ſo entſteht zunächſt eine Spitze I. Art (Rückkehrpunkt) (z. B. $x^3 + y^2 = 0$). In dieſem iſt der Krümmungskreis unendlich klein. Die Kurve beſteht aus zwei zuſammenlaufenden Halbzweigen, zwiſchen welchen die Tangente verläuft. Iſt dagegen die Krümmung endlich und ſchneidet die (einzige) Tangente in vier aufeinander folgenden Punkten, ſo entſteht ein Selbſtberührungspunkt (Berührungsknoten), die Kurve beſteht aus zwei ſich berührenden Zweigen ($x^4 + 3 x^2 y + 2 y^3 + 2 y^2 = 0$). Oskulieren ſich dieſe Zweige, ſo entſteht zunächſt eine Spitze II. Art (Schnabel, Knotenſpitze). Die Kurve hat zwei zuſammenlaufende Halbzweige, die aber nicht von der Tangente getrennt werden. Beiſpiel $(x^2 + y)^2 + x^5 = 0$. Noch höhere Singularitäten ſind der Oskulationsknoten $(x^2 + y)^2 x^6 = 0$ mit zwei getrennten, ſich oskulierenden Zweigen und die Berührungsknotenſpitze $(x^2 + y)^2 + x^7 = 0$, die eine ähnliche Geſtalt wie die Schnabelſpitze beſitzt. Weiter kann die Kurve einen dreifachen Punkt beſitzen; hierbei ſind die Tangenten entweder alle reell und getrennt ($x^4 + y^4 + x^2 y + x y^2 = 0$, oder iſt eine reell, die andern imaginär $x^4 + y^4 + x^2 y + y^3 = 0$; in dieſem Fall iſt der Punkt äußerlich nicht von einem gewöhnlichen verſchieden), oder fallen zwei zuſammen $x^4 + y^2 + x^2 y = 0$, oder fallen endlich alle drei zuſammen, wodurch ein Spitzpunkt oder Bikuſpidalpunkt entſteht $x^4 + y^3 = 0$. Die Krümmung der Kurve iſt in einem ſolchen Punkt unendlich groß, wodurch er ſich weſentlich von einem gewöhnlichen unterſcheidet. Von Punkten, in welchen die Tangente in fünf aufeinander folgenden Punkten, ſchneidet, ſeien noch erwähnt: ein Doppelpunkt: der Rückkehrflachpunkt ($x^5 + y^2 = 0$) eine Spitze mit unendlich kleiner Krümmung; ein dreifacher Punkt: der Wendeſpitzpunkt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

($x^5+y^3=0$), in welchem die Krümmung trotz der Inflexion unendlich groß iſt, und ein vierfacher Punkt, der Rückkehrſpitzpunkt ($x^5+y^4=0$), eine Spitze, bei welcher ſich beide Halbzweige ſehr raſch von der Tangente entfernen. Von den bemerkenswerten Punkten der Flächen ſind die paraboliſchen Punkte zu erwähnen, in welchen die Tangentialebene mit der Fläche eine Kurve mit Spitze gemein hat (z. B. $x^3+y^2+z=0$); ferner die Kreis- oder Nabelpunkte, in welchen die Indicatrix ein Kreis iſt und durch welche mehr als zwei Krümmungslinien gehen (z. B. $x^3+y^3+z^3+x^2+y^2+z=0$). Die zweifachen Flächenpunkte werden als Knotenpunkte bezeichnet; das Tangentialgebilde (d. h. das Erzeugnis derjenigen Geraden, welche mit der Fläche in höherer Berührung als eine gewöhnliche Gerade ſtehen) iſt ein Kegel zweiter Ordnung (z. B. $x^3+xy+z=0$). Zerfällt dieſer Kegel in ein Ebenenpaar, ſo entſteht ein biplanarer Knotenpunkt (z. B. $x^3+y^3+z^3+xy=0$); artet er in eine Doppelebene aus, ſo kommt ein uniplanarer Knotenpunkt zuſtande (z. B. $x^3+y^3+z^2=0$). Beſondere ſinguläre Punkte kommen noch auf den mehrfachen Kurven der Flächen vor. Hat eine Fläche eine Doppelkurve, d. h. eine Kurve, deren jeder Punkt ein (biplanarer) Knotenpunkt iſt, ſo kommen auf dieſer vereinzelte Punkte, ſogenannte Pinchpunkte, Kuſpidalpunkte oder Zwickpunkte vor, in welchen der biplanare Knotenpunkt in einen uniplanaren übergegangen iſt. Die beiden Mäntel der Doppelkurve berühren ſich in demſelben. Auf einer Rückkehrkurve der Fläche berühren ſich zwei Mäntel der letzteren, ohne ſich über dieſelbe hinaus fortzuſetzen; ſie beſteht aus lauter uniplanaren Knotenpunkten derart, daß die Tangentialebene die Fläche in einer Kurve mit dreifachem Punkt und zwar mit zuſammenfallenden Tangenten ſchneidet. Auf derſelben kommen Clofepunkte vor, in denen die Tangentialebene in einer Kurve mit vierfachem Punkt ſchneidet, und Offpunkte, d. h. dreifache Flächpunkte, in welchen das Tangentialgebilde ein Kegel dritter Ordnung mit Rückkehrkante iſt.

Literatur: [1] Salmon, G., Analytiſche Geometrie der höheren ebenen Kurven, deutſch von Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 31—84; 278—283. — [2] Clebſch, Vorleſungen über Geometrie, herausgegeben von Lindemann, I, Leipzig 1876, S. 319—359. — [3] Hagen, G., Synopſis der höheren Mathematik, II, Berlin 1894, S. 187—198. — [4] Reuſchle, Praxis der Kurvendiskuſſion, I, Stuttgart 1886, S. 31—51. — [5] Halphen, Sur les points singuliers des courbes algébriques, Paris 1879. — [6] Köſtlin, Ueber die Singularitäten ebener algebraiſcher Kurven, Dresden 1895. — [7] Mancheſter, Ueber Singularitäten ebener Kurven, Tübingen 1891. — [8] Geck, Ueber die ſingulären Punkte algebraiſcher Flächen, Tübingen 1900. — [9] Wölffing, Die ſingulären Punkte der Flächen, Dresden 1896.

Wölffing.

Punktieren, in den graphiſchen Betrieben, der Vorgang, die zu bedruckenden Papierbogen mittels Löcher, die an genau beſtimmten Stellen im Papier und teilweiſe auf der Form (beim Stein- und Kupferdruck u. ſ. w.) vorgeſtochen werden, auf fixierten Nadeln beim Einbringen in die Preſſe zu ſtecken, um ein genaues Paſſen der einzelnen Druckformen untereinander zu erzielen.

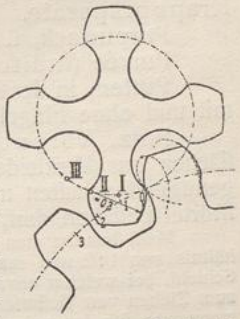
Beim Druck auf den modernen Schnellpreſſen (vgl. Buchdruck-, Kupferdruck-, Lichtdruck- und Steindruckmaſchinen) wurde das Punktieren durch Anlegevorrichtungen, die den Bogen ſtets gleichmäßig an dieſelbe Stelle ſchieben (Bogenſchieber, ſ. a. Bogenanlegeapparate), größtenteils überflüſſig.

A. W. Unger.

Punktiermanier, ſ. Kupferſtecherkunſt, Lithographie.

Punktiernadel, -rad, -ziehfeder, ſ. Reißzeug.

Punktverzahnung enthält als wirkſame Fußkurve eines Zahnes nur einen im Teilkreiſe liegenden Punkt und als zugehörige Kopfkurve des Gegenzahnes die Epicykloide, welche beim Abwälzen des Teilkreiſes auf dem Gegenteilkreiſe von jenem Punkte beſchrieben wird.



Sie entſteht aus der Cykloidenverzahnung, wenn man den Rollkreis von gleicher Größe wie den Teilkreis annimmt, ſo daß er in dieſem nicht rollen kann, ſondern ſeinen Berührungspunkt an derſelben Stelle des Teilkreiſes feſthält. Wählt man an beiden Rädern Punktverzahnung, anſtatt die Kopfkurve des erſten und die Fußkurve des zweiten Rades nach andern Zahnformen zu bilden, ſo hat man doppelte Punktverzahnung (ſ. die Figur). Die auszuführende Zahnlücke wird am kleinſten, wenn man ſie dem gefährlichen Wege des Gegenzahnkopfes anpaßt, alſo als verlängerte Epicykloide für den äußerſten Punkt der Zahnkurve des eingreifenden Kopfes bildet. — Die Eingriffslinie, welche ſonſt der Rollkreis darſtellt, fällt hier mit dem Teilkreiſe zuſammen. Praktiſch iſt die Punktverzahnung kaum zu brauchen, da die Reibung der ſcharfen Kante auf der Kopfkante notwendig ſchnelle Abnutzung herbeiführt. Man findet ſie bei Trieblingen von nur vier Zähnen in Wagenwinden. Erweitert man den Punkt zu einem Kreiſe, ſo erhält man die Triebſtockverzahnung (ſ. d.).

Lindner.

Punzen (in der Metallbearbeitung), ſ. Gravieren (Bd. 4, S. 619), Molettiermaſchine (Bd. 6, S. 467), Treiben, Ziſelieren; (in der Buchdruckerei und Schriftgießerei), ſ. Bunzen.

A. Widmaier.

Purbeckſchichten, die oberſten Schichten der oberen weißen Juraformation (Malm) in England und Norddeutſchland, weſentlich aus hellen oolithiſchen Kalkſteinen mit Flinteinlagerungen und Mergel beſtehend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Kalkſteine (Purbeckmarmor) geben ein vorzügliches Hochbaumaterial (St. Paul in London). Manche Schiefertone der tiefſten Lagen ſind reich an Bitumen und werden zur Aſphaltgewinnung benutzt. *Leppla.*

Purple heart, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 698.

Purple ore (Purpurerz), Bezeichnung für die gereinigten (ausgelaugten) Kiesabbrände (ſ. d. und Schwefelſäure), wegen des hohen Eiſengehalts (meiſtens 60—65%) zur Roheiſendarſtellung (ſ. Roheiſen) im Hochofen verwendet. Ueber ihre chemiſche Zuſammenſetzung vgl. Ledebur, A., Handbuch der Eiſenhüttenkunde, Bd. 1, 5. Aufl., Leipzig 1907, und andre Lehrbücher der Eiſenhüttenkunde. *A. Widmaier.*

Purpur der Alten, jene in allen Schattierungen von Hellblau bis Tiefviolett auf Woll- und Seidengeweben entwickelte wertvolle echte Farbe des Altertums, zu deren Erzeugung gewiſſe Seeſchnecken (Murex brandaris und M. trunculus) benutzt wurden.

Die Erfinder der Purpurfärberei ſcheinen die Phönizier geweſen zu ſein, in deren Hauptſtadt Tyros dieſe Induſtrie zu beſonderer Blüte gelangte, wenn auch an allen Geſtaden des Mittelmeers ſchon frühzeitig Purpurfärbereien entſtanden. Das Färben geſchah nach Plinius in der Weiſe, daß die zerquetſchten oder in Stücke geſchnittenen Schnecken, mit Salz beſtreut, in einen heißen Keſſel geworfen wurden. Nach Abſonderung des farbigen Saftes der Tiere wurden dann die Fleiſchteile entfernt und die zu färbenden Stoffe in die heiße klare Flotte eingetaucht und mit ihr völlig durchtränkt. Die Entwicklung der Farbe erfolgte jedoch erſt durch Verhängen der Gewebe an der Luft auf Grund eines Oxydationsvorganges. Dies Verfahren erinnert lebhaft an die Küpenfärberei; offenbar iſt der Farbſtoff in dem Saft der Schnecken als Leukoverbindung vorhanden, welche, von der Faſer aufgenommen, durch Sauerſtoffabſorption in den unlöslichen Farbſtoff übergeht. In der Tat haben A. und G. Negri aus dem Saft von Purpurſchnecken, welche ſie an den Küſten Italiens ſammelten, Indigo hergeſtellt. Hiernach würde der Purpur der Alten ein durch roten Farbſtoff nuanciertes Küpenblau ſein. Dieſer ebenfalls iſolierte rote Farbſtoff beſitzt nach Schunck mit Indigblau eine gewiſſe Analogie. Verſchieden vom Indigblau wie Indigrot, teilt er mit dieſem die Sublimierbarkeit, die Fähigkeit, eine Küpe zu geben, und zeichnet ſich durch größere Widerſtandsfähigkeit gegen Oxydationsmittel aus. Da das farbſtoffliefernde Organ der Schnecke auffallende Mengen organiſcher Schwefelverbindungen produziert, ſo ſcheint es nach Friedländer [3] nicht ausgeſchloſſen, daß dieſer Farbſtoff mit dem ſynthetiſchen Thioindigorot verwandt oder gar identiſch iſt. Seines hohen Preiſes wegen war der Purpur in den älteſten Zeiten im Beſitz der Herrſcher, der höchſten Würdenträger und Prieſter, ſpäter wurde er immer allgemeiner angewendet, im byzantiniſchen Reich wurde er von neuem das Abzeichen der Majeſtät und deren nächſten Umgebung. Der beſchränkte Abſatz ließ jedoch die Purpurfärberei immer mehr zurückgehen, und im 12. Jahrhundert erloſch dieſe Induſtrie für immer.

Literatur: [1] Schützenberger, Die Farbſtoffe, Berlin 1873, Bd. 1, S. 395. — [2] Witt, Chemiſche Technologie der Geſpinſtfaſern (Bolleys Technologie Bd. 48, V. 2. 1), S. 16. — [3] Zeitſchr. für angew. Chemie 1906, S. 619. *R. Möhlau.*

Purpur, franzöſiſcher, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 641.

Purpurblau, ſ. v. w. Indigopurpur; ſ. Indigokarmin.

Purpurin, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 626, und Krapppräparate.

Purpurlack, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 635.

Purrée (Indiſchgelb), ſ. Kobaltgelb.

Putten, in der Architektur (Skulptur, Malerei), Kindergeſtalten, meiſt Engel mit und ohne Flügel.

Putz, Verputz, Abputz, Bewurf, Bemörtelung, die an Wandflächen zur Verkleidung und zu ihrem Schutz angebrachte Mörtelmaſſe, die genügend anhaften muß und nicht ſtark ſchwinden, alſo aus nicht zu fettem Mörtel beſtehen darf, da ſich ſonſt Riſſe bilden würden.

Meiſt benutzt man für den erſten Bewurf einen Mörtel mit mittelgrobem Sand im Verhältnis von 1:2 und macht den Bewurf nur 5 mm ſtark. Auf dieſe erſte folgt eine zweite Schicht, bei welcher etwas weniger Sand genommen wird, und zum letzten Bewurf, beſonders zum Ziehen von Geſimſen, verwendet man feineren Sand. Riſſe werden am beſten vermieden, wenn man für den erſten Bewurf Zement im Verhältnis von etwa 1:4, dem äußerſten im Verhältnis von 1:20 zuſetzt [1]. Bües [2] befürwortet die Verwendung einer einzigen, etwa 15 mm ſtarken Schicht. Als mittlere Stärke des Putzes ſind 13—15 mm anzuſehen, als obere Grenze gelten 20—25 mm, als unterſte 10 mm [3], S. 89. Zur Verwendung kommen Luftmörtel ſowie hydrauliſcher Zement- und Kalkzementmörtel. Lehm- und Gipsmörtel können nur in vor Feuchtigkeit vollkommen geſchützter Lage verwendet werden, ebenſo iſt Luftmörtel an Stellen, wo fortdauernde Feuchtigkeitsübertragungen ſtattfinden (z. B. an Sockelmauern), nicht brauchbar.

Je nachdem der Putz auf Mauerwerk oder auf Wänden, welche Holzteile enthalten (Fachwerkwände) oder an Holzdecken aufgetragen wird, ſind die Bedingungen für die Auftragung verſchieden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim Mauerwerk (Mauerputz) muß ein möglichſt vollkommenes Austrocknen und Setzen der Mauer abgewartet werden. Ferner iſt die zu putzende Mauer ſorgfältig von Staub und die Fugen ſind von loſen Mörtelſtücken zu reinigen, worauf beim gewöhnlichen Putz zunächſt die Fugen „beſtochen“ werden und ein erſter dünner Bewurf erfolgt. Um beim zweiten Bewurf eine ebene lotrechte Fläche zu erhalten, werden Lehrſtreifen in lotrechten Abſtänden von 1,5—1,75 m und wagerechten Entfernungen von 1—1,25 m verputzt, die mit Hilfe des Richtſcheites eingelotet und eingerichtet werden. Zwiſchen dieſen wird der Putzmörtel mit der Kelle von der Tünchſcheibe angetragen, durch das in die Höhe bewegte Richtſcheit abgeſtreift und mittels der Kartätſche glattgerieben. Bei gekrümmten Flächen müſſen die Reibebretter die entſprechende Krümmung beſitzen. Am beſten eignen ſich für den Verputz Backſteinmauern, beſonders wenn die Lagerfugen nicht vollfugig gemauert wurden. Auf Bruchſteinmauern haftet der Putz um ſo beſſer, je mehr Fugen vorhanden ſind und je rauher und poröſer die Bruchſteine ſind. Auf Lehmſteinmauern ſowie auf Gußmauern haftet Kalkmörtel ſchlecht. Bei inneren Wänden wird hier daher häufig Lehmmörtel, bei äußeren Mauerflächen Zementmörtel verwendet, wobei die Mauerflächen durch Spicken mit Ziegelbrocken, durch Ueberziehen mit einem Strohlehmbewurf oder durch Anbringen von Backſteinſchichten in gewiſſen Abſtänden für das beſſere Anhaften des Mörtels geeignet gemacht werden. Bei Erneuerung des Putzes muß nach Entfernung der alten Schicht beim Backſteinmauerwerk ein Abreiben der Backſteine, beim Bruchſteinmauerwerk ein Ueberarbeiten der Mauerfläche mit dem ſcharfen Hammer oder der Zweiſpitze ſtattfinden.

Bei Fachwerkwänden werden an der Außenſeite der Gebäude meiſt nur die Gefache verputzt. Bei Innenflächen von Fachwerkwänden ſowie bei verſchalten Deckenflächen wird das Holz zur Anhaftung des Mörtels meiſt berohrt, wobei 9—12 mm ſtarke Schilfſtengel mittels Drahts und Rohrnägeln, in Abſtänden, die ihrer Stärke entſprechen, am Holz befeſtigt werden. Des ſchnelleren Abbindens wegen ſetzt man hier häufig dem erſten Bewurf etwas Gips zu. Wo Schilfrohr ſchwer zu haben iſt, behilft man ſich häufig mit Stroh oder mit aufgeriſſenen Ruten von Weiden-, Erlen-, Haſelnuß- oder Eichenholz, die aufgenagelt werden. Die ungeeignetſte Art bei Fachwerkwänden, die Holzflächen rauh und dadurch zum Feſthalten des Mörtels geeignet zu machen, beſteht im Aufhauen, Aufpicken oder Schuppen desſelben mittels der Axt oder mit einem ſcharfen Mauerhammer; vgl. [3], S. 200.

Man unterſcheidet ein-, zwei-, drei- und vierſchichtigen Putz, je nach der Anzahl der aufeinander folgenden Mörtellagen. — Der verſchiedenen Behandlungsweiſe entſprechend gibt es außer dem vorhin beſprochenen gewöhnlichen Putz noch folgende Arten: 1. Rapputz, die Berappung oder der rauhe Bewurf. Dieſer erfolgt in dünner Schicht über die ganze Ausdehnung der Mauer mittels der Kelle. Die Oberfläche wird mit der Kelle geglättet oder rauh gelaſſen, und zwar bisweilen in der Weiſe, daß die Kellenwürfe Häufchen bilden (Kraus-, Tüpfel- oder Häufchenputz). — 2. Der geſtippte, geſtäppte oder Beſenputz iſt ein Rapputz, deſſen Oberfläche mit einem ſtumpfen Beſen vor dem Feſtwerden „geſtippt“ oder „geſtupft“ wird, ſo daß ſie ein gleichmäßig gekörntes Ausſehen erhält. — 3. Der Kieſelbewurf wird erhalten, wenn auf dem Rapputz ein Bewurf mit einem Mörtel ausgeführt wird, welchem geſiebte Kieſel von der Größe einer Haſelnuß beigemengt wurden. — 4. Der Spritzbewurf oder Beſenbewurf ergibt ſich, wenn beim gewöhnlichen Putz der zweite abgerieben und ein dritter aus einem dünnen, mit Farbe abgetönten Mörtel aus Kalk mit nicht zu feinem Quarzſande in der Weiſe ausgeführt wird, daß er mit einem ſtumpfen Beſen durch Anſchlagen an ein in der linken Hand gehaltenes Holz an die Wand geſpritzt wird. — 5. Der feine Putz wird wie der gewöhnliche hergeſtellt, jedoch wird der zweite Bewurf mit der Kartätſche abgerieben und darauf ein dritter, aus etwas fetterem, mit ganz feinem Sande hergeſtellten Mörtel beſtehender Bewurf aufgebracht, der mit nur leicht angedrücktem Reibebrettchen abgerieben wird. — 6. Unter Stuck werden ſehr verſchiedenartige Mörtel verſtanden, die ſich, wenn mit Gips hergeſtellt, weſentlich nur für das Innere der Gebäude eignen, aus Kalk, Sand, Marmorſtaub und Ziegelmehl jedoch auch vielfach, namentlich in Italien, geſchliffen und poliert als Marmornachahmung für Faſſaden verwendet werden (Stucco a lucido, Marmorino, Scaliolo u. ſ. w.); vgl. [3], S. 95, [5].

Literatur: [1] Handb. d. Architektur, Bd. 1, 1. Hälfte, 2. Aufl., Darmſtadt 1895, S. 140. — [2] Deutſche Bauztg. 1874, S. 179. — [3] Handb. d. Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, Darmſtadt 1891, S. 85 u. 200. — [4] Der Tüncher, Stubenmaler, Stukkator und Gipſer, Leipzig 1866, S. 162 ff.; Notizbl. d. Arch.-Ver. zu Berlin 1847, neue Folge, Bd. 1, S. 15. *L. v. Willmann.*

Putzbau, Bauweiſe mit außen verputzten Flächen, im Gegenſatz zu Werkſtein- und Backſteinbauten.

Putzeiſen, eiſernes Werkzeug, etwa 20 cm lang, mit einem ſpitzen und einem breiten Ende, zum Nachbeſſern von Gips- oder Zementgeſimſen.

Putzen, a) Reinigen der Gußſtücke vom Formmaterial, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 366, und Sandſtrahl; b) Reinigen von Maſchinen und Maſchinenteilen von anhaftendem Schmutz, Oel u. ſ. w.; man verwendet hierzu Werg, Putzwolle (Putzfäden), Putzlappen, Putzpapier; vgl. hierüber Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 1555 (Vergleich verſchiedener Putzmaterialien und Reinigung gebrauchter Putzwolle u. ſ. w.); c) Reinigen von Gebrauchsgegenſtänden durch Schleif- und Poliermittel, ſ. Putzmittel. *A. Widmaier.*

Putzen (Butzen, Lochputzen), ſ. Lochen, Lochmaſchinen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Putzlatten (Pliesterlatten) und **Putzleisten.** Erstere kommen zur Anwendung, wenn der Deckenputz nicht auf berohrter Schalung erfolgt. Dabei werden die am besten mit trapezförmigem Querschnitt hergestellten Latten mit der breiteren Trapezseite nach unten gekehrt, in gleichmäßigen Abständen von 2 cm so unter jeden Deckenbalken genagelt, daß der Stoß der Latten im Verbande angeordnet erscheint. Auch bei Holz- und Fachwerkwänden können derartige Pliesterlatten zur Anbringung des Putzes benutzt werden. — Putzleisten kommen bei Tür- und Fensteröffnungen im Innern der Gebäude zum Abschluß der Putzschicht zur Verwendung, um die Holzbekleidung der betreffenden Maueröffnung glatt ansetzen zu können. *L. v. Willmann.*

Putzmaschine, eine Reinigungsmaschine für Getreide, sonst eine Maschine zum Putzen der Griese oder Dunste.

Die Aufgabe ist eine doppelte: Ausscheiden der beigemengten feinen Schalensplitter (Flugkleie) und Trennung nach der Güte, d. h. je nach dem, ob an einem Körperchen die Mehl- oder die Schalenteile überwiegen. Das Putzen der groben, schweren Griese geschieht durch Einführung eines Windstroms in das herabrieselnde Material, das der leichteren Griese und Dunste durch eine Vereinigung von Wind- und Siebwirkung. Die Griesputzmaschinen beruhen alle auf der Anordnung eines vielfach in Fächer geteilten Gehäuses, in das die Griese kaskadenartig herabrieseln und in dem ein meist schräg aufwärts steigender Luftzug erzeugt wird. Das Vorbild für die meisten heutigen Ausführungsarten der Dunstputzmaschine bildet die sogenannte „Reform" der Mühlenbauanstalt Gebr. Seck in Dresden. Ueber einer wagerechten oder annähernd wagerechten Siebbespannung liegen rostartig gelagerte Rinnen. Ein von unten nach oben steigender Luftstrom hebt die leichteren Teilchen vom Siebe ab und reißt sie vermöge der Verengung des Durchgangsquerschnitts zwischen zwei Rinnen und mit der dadurch erhöhten Windgeschwindigkeit nach oben. Die schwereren von diesen mitgerissenen Teilchen lagern sich in den Rinnen ab, die leichteren gehen mit dem Wind in eine Ablagerungskammer oder werden ihm durch Filtrierung entzogen. *Arndt.*

Putzmesser, s. Holzhobelmaschine.

Putzmittel, Substanzen, dazu bestimmt, die Oberfläche von Gebrauchsgegenständen von Staub, Schmutz, Fett, Oxyd u. dergl. durch Abreiben mit denselben zu reinigen und ihnen ihr früheres glänzendes Aussehen wiederzugeben. Die Putzmittel wirken mechanisch oder chemisch oder gleichzeitig mechanisch und chemisch.

Zu den mechanisch wirkenden Putzmitteln gehören alle Körper organischer oder anorganischer Natur, die schleifend wirken. Zu den chemischen Putzmitteln gehören namentlich Säuren, welche die auf den Metallgegenständen gebildeten Oxydschichten auflösen. Die chemisch und mechanisch wirkenden Putzmittel bestehen aus Alkalien, scharfen organischen Säuren, in Verbindung mit einem pulverförmigen Körper. — Je feiner poliert der zu putzende Gegenstand ist, um so feiner muß auch das Putzmittel sein, denn dieses wirkt, sobald die Oxydschicht entfernt ist, auch angreifend auf die Politur, somit zerstörend auf den Glanz, was nicht beabsichtigt wird. Bei Gold und Silber genügt in den meisten Fällen schon Abreiben mit einem wollenen Lappen, Bürsten mit einer Seifenlösung oder sehr feinem Kalk (Wiener Kalk, Putzkalk, d. i. Aetzkalk durch Aufnahme von Kohlensäure teilweise verändert), Kalktuff, wogegen andre Metalle, wie Kupferlegierungen, Messing und Kanonenmetall, schärfer wirkende Putzmittel benötigen (Moderstein, Kieselsinter, Kieseltuff, Infusorienerde, Brillantine, Levantinerpulver [eine Tripelart], Papierkohle). Sehr scharf wirkende Putzmittel sind die vulkanischen Aschen und Erden, wie Paulilipptuff, Peperan, Laterit, Lapilli, die bimssteinartigen Charakter tragen. Zu den schärfsten Putzmitteln gehören Bimsstein, Schmirgel, Pyrop (ein Magnesia-Tongranat von dunkelroter Farbe), die jedoch nur auf sehr verrostetem Eisen in Anwendung kommen.

Dem Gebrauche nach lassen sich die Putzmaterialien einteilen in Gold- und Silber-, Neusilber-, Messing- und Kupfer-, Eisen- und Stahl- und Glasputzmittel, ihrer äußeren Form nach in: 1. Putzpulver (meist feinpulverige, mineralische Stoffe, wie Tripel, Kalk, Kreide, Moderstein, Infusorienerde, kieselhaltige Materialien, Papierkohle, Schmirgel, gebranntes Hirschhorn, Eisenoxyde [Polierrot], Ziegelmehl, Ton, für sich allein oder in verschiedener Komposition gemischt, auch wohl mit geringen Mengen pulverisierter Weinsäure, Zitronensäure versetzt), verschiedene Namen (Silber-, Messingputzpulver, Brillantine u. s. w.) führend. 2. Putzseifen, das sind Verbindungen von Seifen mit einem der genannten Putzpulver, als Silberseife, Putzseife u. s. w. im Handel. Sandseife ist mit feinem Sand gemischte Seife, die zu groben Putzzwecken, zum Scheuern von Holz u. s. w. dient. 3. Putzpasta und Putzsalbe, Silberputzpasta, Gemenge von Vaseline, Talg, Oel mit Putzpulvern, weiß und rot, oder aus Eisenoxyden, Ziegelmehl u. s. w. bestehend, mit Myrbanöl parfümiert. 4. Putzkugeln, Silberkugeln, Putzpulver mittels eines Bindemittels in Formen gebracht, ähnlich den Putzseifen. 5. Putzsteine, in Formen mit oder ohne Bindemittel stark zusammengepreßte Putzpulver (auch als Putzpatrone in Zylinderform im Handel). 6. Putzlappen, grobes Baumwollgewebe mit verdünntem Wasserglas imprägniert oder in Wasser, in dem Putzpulver fein verteilt, getaucht, ausgewunden und getrocknet. Bei einem Teil der Käufer ist diese, bei dem andern jene Form beliebt. Putzleder sind sämisch gegerbte Schaf-, Reh- und Ziegenfelle, die zum Putzen von blanken Metallen, Glas u. dergl. dienen. Putzmaschinen sind Vorrichtungen, meistens aus einer Schmirgel-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder Holzscheibe mit Lederbekleidung und einer Bürste, die in rotierende Bewegung versetzt werden, bestehend, zum Putzen von Messern und Gabeln. Flüssige Putzmittel, wie Messingwasser, Kupferwasser, sind verschieden zusammengesetzt, wie z. B. eine Lösung von Oxalsäure in Wasser mit Bimssteinmehl gemischt, verdünnte Schwefelsäure mit Schmirgel, Bimsstein und Ziegelmehl u. s. w. Da die festen Substanzen sich sehr rasch zu Boden setzen, muß man die Flaschen, in denen diese Putzmittel verkauft werden, immer gut aufschütteln, weil sie sonst nicht genügend wirken. Vgl. Wahlburg, Schleif-, Polier- und Putzmittel, 2. Aufl., Wien 1898. *Andés.*

Putzmühle, s. Getreidereinigungs- und -sortiermaschine.

Putzpulver, s. Putzmittel.

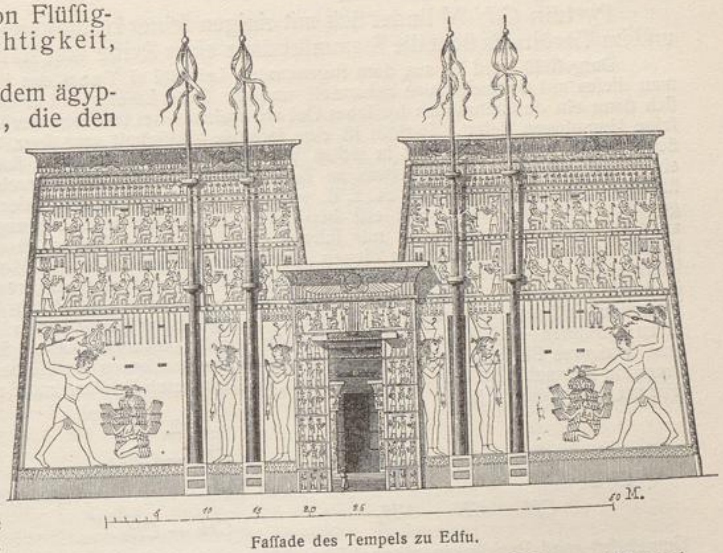
Putztrommel, s. Polieren und Sandstrahl.

Puzzolan (Pausilipptuff), s. Polieren, Putzmittel und Zement.

Pyknit, s. Topas.

Pyknometer, s. v. w. Piknometer (s. Meßwerkzeuge); über ein Instrument zur Bestimmung von Flüssigkeitsdichten, s. Dichtigkeit, Bd. 2, S. 748.

Pylonen, in dem ägyptischen Tempelbau, die den Eingang bildenden und zugleich schützenden mächtigen Turmbauten (s. die Figur).

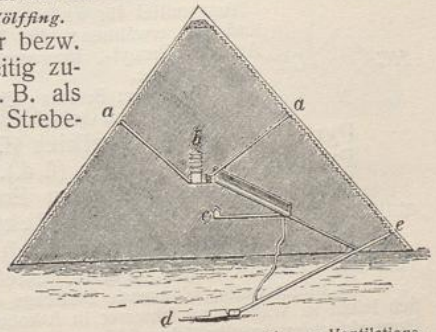


Fassade des Tempels zu Edfu.

Zwischen den steil aufsteigenden, oben wagerecht abgeschlossenen Flächen mit Inschriften und Reliefdarstellungen versehen, ist der enge Portalbau eingestellt, zu dem Fluchten von Kolossalstatuen, Obelisken oder Sphynxen hinführten. Als Festschmuck dienten hohe Masten mit Wimpeln. *Weinbrenner.*

Pyramide, ein Polyeder, begrenzt durch ein n-seitiges Polygon (Grundfläche) und durch n Dreiecke (Seitenflächen), deren Basen die Seiten der Grundfläche und deren Spitze ein fester Punkt (Spitze der Pyramide) außerhalb der Ebene der Grundfläche ist. Die Entfernung der Spitze von der Grundfläche heißt Höhe. Jeder Schnitt der Pyramide mit einer zur Grundfläche parallelen Ebene (Parallelschnitt) ist ein zur Grundfläche ähnliches Polygon. Eine dreiseitige Pyramide, begrenzt von vier Dreiecken, heißt Tetraeder. Eine Pyramide heißt regulär, wenn die Grundfläche ein reguläres Polygon und die Verbindungslinie der Spitze mit dem Mittelpunkt der Grundfläche auf dieser senkrecht steht. Der Inhalt der Pyramide von der Grundfläche G und der Höhe h ist $\frac{1}{3} G h$. Eine zur Grundfläche parallele Ebene teilt die Pyramide in eine kleinere Pyramide und einen Pyramidenrumpf. Sind G und G' die Grundflächen des letzteren, h seine Höhe, so ist dessen Inhalt $h : 3 (G + \sqrt{G G'} + G')$. *Wölffing.*

Pyramide, 1. im Hochbau ein Körper bezw. Bauteil, der sich von breiter Basis mehrseitig zuspitzt und als oberste Endigung dient, z. B. als Turmhelm, als Fiale (s. d.) bei gotischen Strebepfeilern oder als bekrönender Abschluß an Giebeln; 2. älteste, auf uns gekommene Baudenkmale (ca. 3000 v. Chr.) von außerordentlicher Größe, von den ägyptischen Königen als Grabdenkmale errichtet.



Durchschnitt der Cheopspyramide. *a* Ventilationsöffnungen. *b* Grabkammer. *c* Königinkammer. *d* Grabkammer des Königs. *e* Eingang.

Der Kern bestand aus an der Sonne getrockneten Ziegeln oder Bruchsteinen, war in Stufen aufgeführt und wurde außen verkleidet mit den härtesten Steinarten, wie Granit, Syenit oder Basalt, die glatt gemeißelt und poliert wurden. Im Innern führt, von der Nordseite ausgehend, ein schmaler

Gang zu den Grabkammern, die ſich teils in der Mitte des Baues, teils unter demſelben in Felſen eingehauen befinden. Die Pyramide des Chufu (Cheops, ſ. die Figur S. 301) iſt eines der gewaltigſten Bauwerke. Seine Scheitelhöhe beträgt 156 m (etwa Cölner Dom oder Münſter zu Ulm), die Grundfläche = 248 m im Geviert. Literatur ſ. unter Bauſtile (Bd. 1, S. 631). *Weinbrenner.*

Pyramidendach (Zeltdach), ſ. Dach, Bd. 2, S. 489 und 505.

Pyrargyrit, ſ. v. w. Antimonſilberblende (ſ. d.).

Pyrheliometer, Inſtrument von Pouillet [1] zur Meſſung der von der Sonne zugeſtrahlten Wärme, ebenſo wie Herſchels und Violles Aktinometer [2]. Während bei dieſen Inſtrumenten und andern die Geſamtwärmewirkung gemeſſen wird, dient das Bolometer (ſ. d.) von Langley zur Meſſung der Intenſität der einzelnen Wellenlängen im Spektrum.

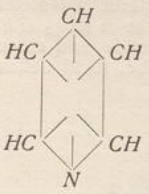
Literatur: [1] Schmid, Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig 1880. — [2] Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie, Bd. 3, Halle 1836. *Großmann.*

Pyridin C_5H_5N findet ſich mit einigen ſeiner Homologen im Steinkohlenteer und im Tieröl. Es ſtellt die Stammſubſtanz einer Reihe von Alkaloiden (ſ. d.) vor.

Dargeſtellt wird es aus dem ſogenannten Leichtöl (ſ. Teer) des Steinkohlenteers, indem man dieſes mit Schwefelſäure behandelt und die ſaure Löſung mit Soda verſetzt. Es ſcheidet ſich dann ein dunkelbraunes baſiſches Oel ab, welches bei fraktionierter Deſtillation Pyridin und ſeine Homologen liefert. Pyridin iſt eine farbloſe Flüſſigkeit vom ſpez. Gew. 1,0033 bei 0°; es ſiedet bei 115°, iſt mit Waſſer in jedem Verhältnis miſchbar, reagiert ſtark alkaliſch und beſitzt einen ſehr charakteriſtiſchen (etwas an Tabaksqualm erinnernden) Geruch. Es iſt eine ſehr beſtändige Verbindung; ſo wird es z. B. von ſiedender Salpeterſäure oder Chromſäure nicht angegriffen. Schwefelſäure wirkt erſt bei hoher Temperatur unter Bildung einer Sulfoſäure ein; auch die Halogene greifen es nur ſchwer an. Von ſeinen Salzen iſt das Ferrocyanat ſchwer löslich und kann zur Reinigung dienen. Das ſalzſaure Salz bildet mit Platinchlorid ein in Waſſer leicht lösliches Doppelſalz, welches beim Kochen unter Abgabe von zwei Molekülen Salzſäure in die in Waſſer ſehr ſchwer lösliche gelb gefärbte Verbindung $(C_6H_5N)_2PtCl_4$ übergeht. Dieſes Verhalten wird zum Pyridinnachweis benutzt. Bezüglich der ſynthetiſchen Darſtellung des Pyridins iſt zu erwähnen, daß dieſe auf verſchiedenen Wegen geſchehen kann. Es entſteht z. B., wenn man ſalzſaures Pentamethylendiamin (Formel 1) der trockenen Deſtillation unterwirft, zunächſt Piperidin (Formel 2), d. i. Hexahydropyridin, das ſich durch Erhitzen mit Schwefelſäure zu Pyridin (Formel 3) oxydieren läßt:

1. $H_2C\begin{cases}CH_2-CH_2-NHCHHCl\\CH_2-CH_2-NH_2\end{cases}$ 2. $=CH_2\begin{cases}CH_2-CH_2\\CH_2-CH_2\end{cases}NH$ 3. $=HC\begin{cases}H\ H\\C-C\\C-C\\H\ H\end{cases}N$

Umgekehrt wird Pyridin in alkoholiſcher Löſung durch Natrium leicht zu Piperidin reduziert. Piperidin iſt eine farbloſe Flüſſigkeit von eigentümlichem pfefferartigem Geruch und ſtark baſiſchen Eigenſchaften. Es findet ſich in Verbindung mit Piperinſäure im Pfeffer in Form des Alkaloides Piperin. Die Anzahl der iſomeren Subſtitutionsprodukte führen hier ebenſo wie beim Benzol zu dem Schluß, daß an jedes Kohlenſtoffatom ein Waſſerſtoffatom gebunden ſein muß. Auch die ſonſtige Analogie mit dem Benzol berechtigt dazu, eine analoge Bindungsweiſe im Pyridin anzunehmen. Oxydationsmittel greifen wie beim Benzol nur die Seitenkette an; Pyridin ſowie Benzol geben mit Schwefelſäure Sulfoſäuren, die durch Erhitzen mit Kali in Hydroxylverbindungen verwandelt werden. Die Struktur des Pyridins iſt demnach:



Es muß als ein Benzol aufgefaßt werden, in dem eine *CH* Gruppe durch *N* (Stickſtoff) erſetzt iſt.

Ausgedehnte Anwendung findet das Pyridin als Denaturierungsmittel für Alkohol und mediziniſch als Mittel gegen Aſthma. Techniſch wird es als Löſungsmittel für waſſerfreie Mineralſalze verwendet. Von ſeinen Homologen ſind zu erwähnen: die Methylpyridine $C_5H_4N(CH_3)$ oder Picoline, die Aethyl-, Propyl-, Iſopropyl- und Allylpyridine, ferner die Dimethylpyridine oder Lutidine.

Literatur: Buchka, Chemie des Pyridins, Braunſchweig 1889/91; Bericht d. Deutſch. Chem. Geſellſch., Berlin, XVII, 315, XIX, 2694, XX, 2655. *Meyger.*

Pyrit, ſ. v. w. Schwefelkies (ſ. d.).

Pyritoide, ſ. v. w. Kieſe (ſ. d.).

Pyroelektrizität, die beim Erwärmen oder Abkühlen mancher Kriſtalle auftretende Elektrizität (Kriſtallelektrizität).

Pyrogallusſäure (Pyrogallol), ein dreiwertiges Phenol (ſ. d.) von der nebenſtehenden Zuſammenſetzung.

$C_6H_3\begin{matrix}OH\ (1)\\OH\ (2)\\OH\ (3)\end{matrix}$ Pyrogallusſäure.

Es bildet weiße, glänzende Blättchen oder Nadeln, die bei 132° ſchmelzen, ſich leicht in Waſſer und ſchwerer in Alkohol und Aether löſen. Die Pyrogallusſäure abſorbiert in alkaliſcher Löſung ſehr energiſch Sauerſtoff, wobei ſie ſich bräunt und zu Kohlendioxyd, Eſſigſäure und braunen Subſtanzen oxydiert wird. Ebenſo reduziert ſie die Edelmetalle aus ihren Löſungen und wird hierdurch ſelbſt in Eſſigſäure und Oxalſäure umgewandelt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Pyrogallol entſteht aus ſeiner Karbonſäure, der Gallusſäure, durch Erhitzen derſelben für ſich oder beſſer mit Waſſer auf 210°. Die Gallusſäure zerfällt dabei in Kohlendioxyd und Pyrogallusſäure, die ſublimiert. Iſomer mit dem Pyrogallol ſind Phloroglucin und Oxyhydrochinon.

Gallusſäure $C_6H_2\begin{matrix}COOH\ (1)\\OH\ (3)\\OH\ (4)\\OH\ (5)\end{matrix}$ Phloroglucin $C_6H_3\begin{matrix}OH\ (1)\\OH\ (3)\\OH\ (5)\end{matrix}$ Oxyhydrochinon $C_6H_3\begin{matrix}OH\ (1)\\OH\ (2)\\OH\ (4)\end{matrix}$

Die Pyrogallusſäure findet wegen ihrer reduzierenden Eigenſchaften als Entwickler Anwendung in der Photographie, ferner als kosmetiſches und Arzneimittel. In der Gasanalyſe, bei phyſiologiſchen Verſuchen u. ſ. w. wird ſie zur Abſorption von Sauerſtoff verwendet.

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organiſchen Chemie, Hamburg und Leipzig 1896, 3. Aufl., Bd. 2, S. 1010; Schmidt, Pharm. Chemie, Organ. Teil, Braunſchweig 1902. *Bujard.*

Pyrographie, ſ. Holzbrandtechnik.

Pyrokollodium, Bezeichnung für die von der ruſſiſchen Heeresverwaltung zur Herſtellung von rauchloſem Pulver benutzte Pyroxylinſorte, welche bei einem Gehalt von ca. 12,3% Stickſtoff in Aetheralkohol ohne vorhergehendes Aufquellen vollkommen löslich iſt. *C. Häußermann.*

Pyrolusit, ſ. v. w. Braunſtein (ſ. d.).

Pyrometer, Thermometer für hohe Temperaturen.

Der Bereich des Queckſilberthermometers erſtreckt ſich noch über den Siedepunkt des Queckſilbers (357°) hinaus. Indem man den Raum des Thermometergefäßes über dem Queckſilberfaden nicht luftleer herſtellt, ſondern mit Stickſtoff- oder Kohlenſäuregas füllt, wird durch den Gasdruck das Sieden verzögert und bei genügend ſchwerer Schmelzbarkeit des Glaſes kann man Queckſilberthermometer bis 550° gebrauchen. Es ſteht zu hoffen, daß bald die Herſtellung von Quarzglasthermometern mit Queckſilber gelingen wird, die den Bereich des Queckſilberthermometers noch etwas erhöhen und ſeinen Gebrauch bei hoher Temperatur durch ihre ſchwere Zerbrechlichkeit erleichtern würden.

Alle der Temperaturbeſtimmung über 500—550° dienenden Vorrichtungen bezeichnet man als Pyrometer; doch wird der Name teilweiſe auch unterhalb dieſer Grenze gebraucht. Das **Queckſilberpyrometer** von G. A. Schultze in Berlin-Charlottenburg hat ein Gefäß aus Jenenſer Borſilikatglas 59 III und enthält im Raume über dem Queckſilber eingepreßte Kohlenſäure von 20 Atmoſphären Druck; das Queckſilberfederpyrometer von J. C. Eckardt in Stuttgart-Cannſtatt hat ein Gefäß aus Stahl mit eiſernem Schutzrohr. Vom Gefäß führt ein ſtählernes Kapillarrohr, nach Wunſch eine biegſame, bis zu 50 m lange Leitung bildend, zu einer Stahlrohrfeder. Der Ausdehnungsdruck des Queckſilbers hat das Beſtreben, das Stahlrohr zu ſtrecken, und überträgt ſich von dem federnden Rohr auf das Zeigerwerk; die Teilung geht bis 500°.

Für die Ermittlung der Glühtemperaturen ſtehen der Wiſſenſchaft und noch mehr der Technik verſchiedene Mittel zu Gebote. Die Technik hat ja häufig kein Bedürfnis, die Temperaturen nach dem wiſſenſchaftlichen Maße in Graden zu meſſen, ſie begnügt ſich vielfach mit den Unterſchieden von 1. beginnender Glut, 2. dunkler Rotglut, 3. Kirſchrot, 4. Orangerot, 5. Gelbglut, 6. Weißglut, 7. blendende Weißglut (Blauglut), ohne nach den entſprechenden Temperaturzahlen 1. 525°, 2. 700°, 3. 900°, 4. 1100°, 5. 1200°, 6. 1300°, 7. 1500° zu fragen. Oder ſie hat ihre beſonderen, dem einzelnen Betrieb eigentümlichen Temperaturmerkmale. In der Toninduſtrie hat ſich ein eigentümliches Verfahren mit beſonderem Temperaturmaß ausgebildet und allmählich eingebürgert, das den Vorzug hat, vom Arbeiter ohne wiſſenſchaftliche Vorbildung leicht ausgeübt zu werden: das Verfahren der Temperaturprüfung mittels Segerkegeln. Das chemiſche Laboratorium von Seger & Cramer G. m. b. H. in Berlin, ſtellt aus ſyſtematiſch zuſammengeſetzten Silikatmaſſen numerierte kleine Körper her in Form ſchlanker dreiſeitiger Pyramidchen, die eine Stufenfolge der Schwerſchmelzbarkeit darſtellen und die Temperaturen zwiſchen ſchätzungsweiſe 590° und 2030° in 60 Stufen teilen. Diejenigen Kegel, welche für die zu prüfende Temperatur in Betracht kommen, werden in Reihe auf einer Schamotteplatte bezw. in dazu hergeſtellter Kapſel in den mit Schaukanal verſehenen Ofen eingeſetzt. Der durch Fig. 1 bezeichnete Zuſtand läßt z. B. erkennen, daß die Ofentemperatur zwiſchen Nr. 8 und Nr. 9 liegt, denn Nr. 7 iſt ganz niedergeſchmolzen, Nr. 8 berührt mit der Spitze den Boden, Nr. 9 beginnt nur zu erweichen. Vom Standpunkt der Wiſſenſchaft kann man gegen dieſes Verfahren den Einwand erheben, daß neben der Temperatur auch die Zeit ein das Schmelzen der Kegel bedingender Faktor ſei; vom Standpunkt der Technik wird man in dieſem Umſtand einen Vorzug erblicken, weil auf das Brennen der Tonwaren auch der Faktor Zeit von ebenſo großem Einfluß iſt. Man wird aber darauf verzichten, eine beſtimmte Segerkegelnummer mit einer genau beſtimmbaren Temperatur zu bezeichnen.



Fig. 1.

Einen gleichen Einwand kann man gegen ein länger eingeführtes Pyrometer, dasjenige von Wedgewood, erheben. Hier werden Tonzylinder beſtimmter Größe und gleicher Beſchaffenheit der zu beſtimmenden Temperatur ausgeſetzt. Alsdann wird ihr Durchmeſſer, der ſich durch das Schwinden des Tons verkleinert, an zwei auf einer Meſſingplatte befeſtigten konvergierenden Meſſingſtäben mit Teilung beſtimmt.

In mannigfacher Weiſe wird die ungleiche Ausdehnung der Metalle durch die Wärme zur Herſtellung von Pyrometern verwertet. Bordas Pyrometer beſteht aus einem Platin- und einem Kupferſtreifen, die an einem Ende vernietet ſind, Muſchenbrock übertrug die Aus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dehnung von Metallſtäben auf Hebel, Räderwerk und Zeiger. Allen ſolchen Apparaten haftet der große Nachteil an, daß die Metalle, wenn ſie großen Temperaturdifferenzen ausgeſetzt werden, ſich bleibend verziehen, ſo daß die Teilungen der Inſtrumente ſteter Nachprüfung bedürfen, wenn nicht ganz unbrauchbar werden.

Am beſten haben ſich die **Graphitpyrometer** bewährt, wie ſolche von Steimle & Hartung in Quedlinburg oder von der obengenannten Firma Eckardt hergeſtellt werden. Im Boden eines Eiſenrohrs iſt ein Graphitſtab befeſtigt, deſſen Ausdehnungsdifferenz gegen das eiſerne Rohr durch Hebel und Geſtänge auf das Zeigerwerk übertragen wird (Fig. 2). Die Teilung geht je nach Beſtimmung bis 400, 600 oder 1000°. Das Pyrometer wird von letzterer Firma auch mit Selbſtregiſtrierung verſehen, ſo daß es den Verlauf des Temperaturzuſtandes für den Lauf eines Tages aufzeichnet.



Fig. 2.

Verſchiedene andre Wirkungen der Wärme auf die Naturkörper werden zur Pyrometrie verwertet. In J. Wiborghs **Thermophon** [1] iſt es die Wärmeleitung. Kleine Tonzylinder von 2,8 cm Länge und 2 cm Durchmeſſer enthalten in ihrem Innern eine bei beſtimmter Temperatur explodierende Maſſe in Metallkapſel, die durch eine ſchwache Detonation den Moment anzeigt, zu dem die Mitte des Zylinders in die Exploſionstemperatur verſetzt wurde. Je höher die den Zylinder umgebende Temperatur, um ſo kürzer iſt die Zeit vom Einſetzen des Thermophons bis zur Detonation. F. Müller (Geißlers Nachf.) in Bonn liefert die aus beſtimmter Schamottemaſſe beſtehenden Zylinder in Schachteln von 50 Stück zur Temperaturbeſtimmung von 300 bis 2000° mit Gebrauchsanweiſung und Temperaturtabelle zum Preis von 13 ℳ. In Quinckes akuſtiſchem Pyrometer [2] wird die mit der Luftdichte veränderliche Wellenlänge eines Tons beſtimmter Höhe zur Temperaturbeſtimmung benutzt. Mittels eines Interferenzapparates aus feuerfeſten Röhren wird die Länge der Welle eines Stimmgabeltons ermittelt. D. Berthelot [3] benutzt die Aenderung des optiſchen Brechungsvermögens der Gaſe zur Ermittlung ihrer Verdünnung in hoher Temperatur und damit der Temperatur. Auch eine neuerdings empfohlene Art der Temperaturmeldung mag hier erwähnt werden. Salze verſchieden aber ſicher beſtimmter hoher Schmelzbarkeit können die Erreichung ihrer Schmelztemperatur in einem Raume anzeigen, wenn man die getrennten Teile einer Stromleitung zwiſchen die Salzprobe einbettet, ſo daß beim Schmelzen Stromleitung eintritt und eine Alarmklingel ertönt (Wildermanns Jahrbuch der Naturwiſſenſchaften 1908, S. 117).

Beſonders aber ſind es fünf weitere Wirkungen der Wärme, die für die wiſſenſchaftliche und für die techniſch-exakte Temperaturbeſtimmung verwertet werden: der mit der Temperatur wachſende Druck der Gaſe bei gleichbleibendem Volumen, das mit der Temperatur veränderliche elektriſche Leitungsvermögen, die mit der Temperatur veränderliche Spannung der Kontaktelektrizität ſich berührender Körper, die mit der Temperatur veränderliche Lichtemiſſion glühender Körper und der mit der Temperatur ſteigende Wärmeinhalt.

Unter den Körpern ſind es die Gaſe und unter dieſen der Waſſerſtoff, welchen gleiche zugeführte Mengen von Wärme gleiche Volumzunahmen bei konſtantem Druck erteilen bezw. gleiche Druckzunahmen bei konſtantem Volumen und zwar mit einer ideal geſetzmäßigen Genauigkeit. Das **Luftthermometer**, beſonders das **Waſſerſtoffthermometer** dient daher als Normalthermometer, auf welches, ſoweit möglich, die Teilung der andern Thermometer zurückzuführen iſt. Von dem freilich für den techniſchen Gebrauch beſonders als Pyrometer ganz ungeeigneten Inſtrument nach der von Jolly [4] ihm gegebenen Einrichtung mag Fig. 3 eine Vorſtellung geben. An einer vertikalen Säule mit Teilung ſind zwei Schlitten verſchiebbar, welche zwei durch einen Kautſchukſchlauch kommunizierende Röhren *A* und *B* tragen. Die Röhre *B* ſetzt ſich in ein zweimal (horizontal und vertikal) umgebogenes Kapillarrohr *K* fort, welches in das ſamt der Kapillaren mit trockenem Waſſerſtoff gefüllte kugelige Gefäß *V* mündet, das aus ſchwer ſchmelzbarem Glas geblaſen iſt und etwa 50 ccm hält. Die Röhren *A* und *B* ſamt dem Schlauch enthalten Queckſilber, deſſen Stand in *B* an einer innen im Rohr angeſchmolzenen Spitze *S* aus ſchwarzem Glas genau eingeſtellt werden kann. Bei den Verſuchen wird das Gefäß *V* bis zur nächſten Biegung der Kapillare zuerſt in ſchmelzendes Eis und dann in den Raum gebracht, deſſen Temperatur zu ermitteln iſt. Vor dem Verſuch hat man durch Queckſilberfüllung und Wägung den Raum *V* des Ballons und den Raum der Kapillare bis zur Marke *S* genau ermittelt. — Aus den beiden Queckſilberſtänden der Röhre *A* über der Marke *S* bei der Temperatur 0° und bei der zu meſſenden Temperatur, unter Berückſichtigung des Barometerſtandes, der Gefäßausdehnung, der Temperatur des Verſuchsraums berechnet ſich dann die geſuchte Temperatur. Dabei iſt der Verſuch nicht auf die Anwendungsgrenze des Glasthermometers beſchränkt, auf 550°. Man ſtellt für höhere Temperaturen das Gefäß aus Porzellan her mit angeſetztem Kapillarrohr. Bei 1400° erweicht auch das Porzellan und die außen aufgeſchmolzene Glaſur ſchon bei 1100°. Um das Durchbrechen des Glaſes durch die Glaſur zu verhindern, muß daher für Temperaturen über 1100° die Füllung des Gefäßes anfänglich mit Gas von geringem Druck mit Queckſilberſtand in *A* niederer als in *B* vorgenommen werden. Für noch höhere Temperaturen haben Holborn und Wien in der Phyſikaliſchen Reichsanſtalt

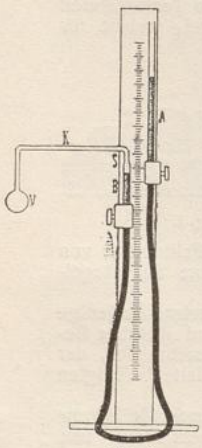


Fig. 3.

Verſuche mit Gefäßen aus noch ſchwerer erweichender Tonmaſſe gemacht, ohne die aus der Poroſität der nur außen glaſierbaren Maſſen entſpringenden Fehler ganz zu überwinden. Neuerdings haben Holborn und Day ſich wieder den Platiniridiumgefäßen zugewendet, die man früher verlaſſen hatte, weil das Platin ſich für Gaſe bei hoher Temperatur durchläſſig zeigte. Man fand, daß dieſe Eigenſchaft zwar für Waſſerſtoff und für Sauerſtoff zutrifft, nicht aber für Stickſtoff, doch ſind heutzutage die optiſchen Methoden pyrometriſcher Meſſung, welche unten zu beſprechen ſind, ſo gut auf exakte Geſetze begründet, daß die Erhöhung des Bereichs des Luftpyrometers über die jetzt erreichte Grenze von 1800° entbehrlich iſt.

Ein zweites der wiſſenſchaftlich wertvollen Prinzipien pyrometriſcher Meſſung, das auch zu techniſch wertvollen Apparaten geführt hat, iſt die **Temperaturbeſtimmung aus der elektriſchen Leitfähigkeit.** Die metalliſchen Leiter der Elektrizität erhöhen ihren Widerſtand mit ſteigender Temperatur. Unter den feuerbeſtändigeren Metallen zeichnet ſich das Platin durch ſeinen großen Temperaturkoeffizienten aus, und man iſt imſtande, aus der veränderlichen Größe des Widerſtands einer Widerſtandsrolle aus Platin, welche der zu meſſenden Temperatur ausgeſetzt wird, die Temperatur mit ſehr großer Genauigkeit abzuleiten, weil die Widerſtandsbeſtimmungen ſehr großer Schärfe fähig ſind. Nur hat ſich die Hoffnung, den Meßbereich bis nahe an den Schmelzpunkt des Platins auszudehnen, alſo etwa bis 1800°, nicht beſtätigt, weil die als Iſoliermittel dienenden feuerfeſten Materialien, Metalloxyde, in umgekehrtem Verhalten der metalliſchen Leiter, ihre Iſolierfähigkeit bei hoher Temperatur erniedrigen. Man beſchränkt daher den Meßbereich, der nach unten ſich bis zu den niederſten Temperaturen erſtreckt, nach oben auf unter 1000°, um ſo eher, da man für höhere Temperaturen das andre nachher zu beſchreibende Meßprinzip verwertet.

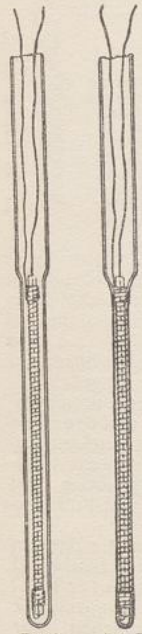


Fig. 4.

Fig. 5.

Hartmann & Braun A.-G. in Frankfurt a. M. beſchränken ihre Widerſtandsthermometer, welche die Meßſchärfe der feinſten Queckſilberthermometer erreichen, auf 500°. W. C. Heraeus in Hanau gibt der Platinſpirale einen ganz vorzüglichen Schutz ſowohl gegen chemiſche als gegen mechaniſche Veränderungen. Ein Stäbchen aus Quarzglas, ausgezeichnet durch ſchwere Schmelzbarkeit und ſehr kleinen Ausdehnungskoeffizienten, wodurch es vor Zerſpringen bei raſchen Temperaturwechſeln bewahrt bleibt, wird mit dem Platindraht umwickelt (Fig. 4) und alsdann in ein dünnwandiges Röhrchen aus demſelben Stoffe eingeſchoben, worauf dieſes dicht auf das Stäbchen aufgeſchmolzen wird, ſo daß der Widerſtandsdraht, ganz in Quarz eingebettet, ſich nahe der Oberfläche befindet (Fig. 5). Ein dickeres Quarzrohr, das die Fortſetzung des erſteren bildet, enthält, durch Kapillaren iſoliert, die Zuleitungsdrähte aus Silber. Der Meßbereich geht bis 900°. Die Länge der Spirale wird je nach Bedarf verſchieden gewählt; in der Regel hat der wirkſame Teil des Pyrometers eine Länge von 40 mm bei 4 mm äußerem Durchmeſſer, der Widerſtand bei 0° beträgt 50 Ohm.

Es iſt ein unſchätzbarer Vorzug der elektriſchen Pyrometer, daß die Meßvorrichtung und der bei den Widerſtandspyrometern nötige Stromerzeuger (Akkumulatoren) durch beliebig lange Stromleitung vom erhitzten Apparate getrennt werden können, daß ſie Fernbeobachtung von bequemem Orte aus geſtatten. Der Meßapparat von Heraeus iſt eine Wheatſtoneſche Brücke, deren Galvanometer direkt die Temperatur abzuleſen geſtattet, wenn durch angebrachte Reguliervorrichtung dafür geſorgt wird, daß die Brücke unter der richtigen Stromſpannung ſteht. Der Anzeigeapparat von Hartmann & Braun iſt von der Spannung des Meßſtromes unabhängig und eignet ſich daher auch zu kontinuierlicher Temperaturanzeige und damit zur Selbſtregiſtrierung mittels Uhrwerks. Bei nichtkontinuierlicher Anzeige kann derſelbe Meßapparat mittels Umſchaltern mit einer beliebigen Anzahl an verſchiedenen Orten aufgeſtellter Pyrometer verbunden werden.

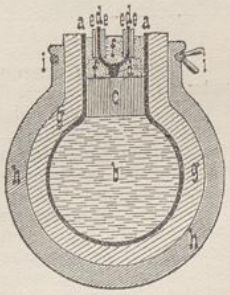


Fig. 6.

Von größerem Umfang als bei den Widerſtandspyrometern iſt der Meßbereich bei den **thermoelektriſchen Pyrometern.** Die an der Kontaktſtelle zweier verſchiedener Metalle auftretende und mit der Temperatur der Kontaktſtelle veränderliche Potentialdifferenz bildet im geſchloſſenen Stromkreis die Urſache von Thermoſtrömen, deren Stromſpannung mit der Temperaturdifferenz der Kontaktſtellen (Lötſtellen) veränderlich iſt. Der Meßapparat iſt daher hier nicht ein Widerſtandsmeſſer (Ohmmeter), ſondern ein Spannungsmeſſer, Voltmeter bezw. Millivoltmeter mit direkter Temperaturanzeige. Er gibt die Differenz der Temperaturen des Pyrometers und des Anzeigeapparats, wenn die Anſchlußklemmen des Pyrometers auf gleicher Temperatur erhalten werden. Der um die Entwicklung der Pyrometrie hochverdiente franzöſiſche Gelehrte und Techniker Le Chatelier [5] hat als die für hohe Temperaturen geeignetſte Metallkombination das Platin und das Platinrhodium (eine Legierung von Platin mit 10% Rhodium) eingeführt, die als Drähte durch Schmelzung ihrer Enden zum Kügelchen, der Lötſtelle, verbunden ſind. In Fig. 6 iſt ein ſolches Pyrometer dargeſtellt. Es bezeichnet darin *a* ein Kugelrohr aus Porzellan oder feuerfeſtem Ton, *b* eine Füllung der Kugel mit metalliſchem Wolfram und Holzkohle, die ein Zuſammenſinken des Kugelrohres verhindern ſoll, *c* einen Aſbeſtpfropfen, *d d* die Drähte des Thermoelements, *d''* die Lötſtelle desſelben, *e* zwei Pfeifentonrohre, *f* eine Aſbeſtumwicklung der letzteren, *g* eine Aſbeſtumwicklung des Kugelrohrs und *h* eine Aſbeſtkappe, die das ganze Inſtrument umgibt und durch eine Aſbeſtſchnur *i* gehalten iſt.

Vereinfachungen und wichtige Vervollkommnungen verdankt das Pyrometer Le Chateliers den Gelehrten Holborn und Wien von der Phyſikaliſch-techniſchen Reichsanſtalt. Nach deren Angaben hat Heraeus in Hanau dem Inſtrument die durch Fig. 7 erläuterte Form gegeben, die z. B. zur Meſſung der Temperatur von Oel- und Bleibädern ſich eignet (Länge des vertikalen Teils 60 cm). Bei der Verwendung für flüſſige Metalle, Silber, Bronze, Meſſing, Eiſen u. ſ. w., wird das Porzellanſchutzrohr von einem Graphitrohr umgeben. Von Stahl wird das letztere angegriffen, kann aber ausgewechſelt werden wie auch die dem Zerſpringen ausgeſetzten Porzellanrohre. Für Temperaturen bis 1200° empfiehlt die Firma ſtatt der Porzellanſchutzrohre ſolche aus Quarzglas. Als Maß der Genauigkeit geben Holborn und Wien an, daß bei 1000° der Fehler den Wert von ±5° nicht überſteige. Die Grenze der Verwendbarkeit dürfte bei 1800° liegen.

Ueber thermoelektriſche Pyrometer von Heraeus mit einem Meßbereich bis 2100°, aus Iridium und Iridium-Ruthenium als Kontaktmetallen, berichtet der Art. Feuerfeſtigkeit, Bd. 3, S. 763. Hartmann & Braun in Frankfurt a. M., die für Temperaturen bis 600° ihr ſehr empfindliches Conſtantan-Silberthermoelement empfehlen, haben für ſehr hohe Temperaturen bis 1600° gleichfalls das Syſtem Le Chatelier. Zur Iſolation der beiden Drähte dienen entweder Rohre aus der von der Berliner Porzellanmanufaktur hergeſtellten ſchwer ſchmelzbaren Marquardtſchen Maſſe, die aber gegen Stoß und raſche Temperaturwechſel zu ſchützen ſind, oder eine von der Firma hergeſtellte beſondere Armatur aus feuerfeſtem Material, die aus mehreren von einem feſten Metallſtab durchſetzten und durch eine Mutterſchraube und ſtarke Feder zuſammengehaltenen Rohrſtücken beſteht. Ueber 1100° wird der untere Teil des aus Nickel beſtehenden Metallſtabs durch Platin erſetzt, unter 1000° kann man eine Armatur aus ovalem Mannesmannrohr, mit Serpentinknopf und Anſchlußklemmen benutzen. Für geſchmolzene Metalle wird eine Quarzgraphitarmatur empfohlen, Quarzglas mit Graphitrohr umgeben.

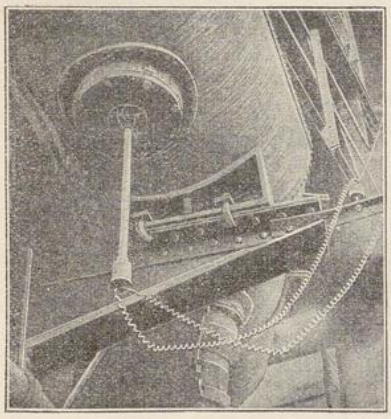


Fig. 8.

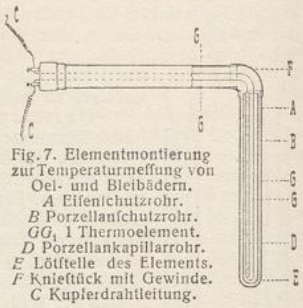


Fig. 7. Elementmontierung zur Temperaturmeſſung von Oel- und Bleibädern.
A Eiſenſchutzrohr.
B Porzellanſchutzrohr.
GG$_1$ Thermoelement.
D Porzellankapillarrohr.
E Löſtelle des Elements.
F Knieſtück mit Gewinde.
C Kupferdrahtleitung.

Neben den genannten Firmen iſt Keiſer & Schmidt in Berlin für Thermoſtrompyrometer zu nennen. Dieſe Firma wie auch Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. und Siemens & Halske in Berlin liefern die als Meßapparate dienenden Galvanometer zur direkten Ableſung der Temperaturen. Fig. 8 zeigt eine mit thermoelektriſchem Pyrometer armierte Heißwindleitung eines Hochofens, von Siemens & Halske eingerichtet. Die Pyrometer ſamt Meßapparaten werden von der Phyſikaliſch-techniſchen Reichsanſtalt geprüft und mit Prüfungsſchein verſehen.

Das weiteſttragende Prinzip der Pyrometrie iſt das **optiſche**, es reicht von der dunkeln Rotglut bis zu den höchſten Temperaturen. Die alte Uebung der Feuerarbeiter, den Stärkegrad der Glut aus deren Farbe zu beurteilen, bildete die Aufforderung, mit Photometer (ſ. d.) und Spektralapparat wiſſenſchaftlich den Zuſammenhang zwiſchen der abſoluten Temperatur T und der Strahlungsintenſität J, letztere je nach Wellenlänge λ der Strahlung, feſtzuſtellen. Zur Zeit, wo das thermoelektriſche Pyrometer durch die Phyſiker der deutſchen Reichsanſtalt ſeine weitere Vervollkommnung erfuhr, hatte ſich Le Chatelier [6] dem neuen Prinzip zugewandt. Er ſtellte eine freilich mit den Geſetzen von Stefan und Wien nicht übereinſtimmende mathematiſche Beziehung zwiſchen J und T auf und begründete auf ſeine Formel ein optiſches Pyrometer, ein Photometer, das Pellin in Paris herſtellt, mittels deſſen z. B. die Temperatur der Sonne zu 7600° beſtimmt wurde.

Eine nach den Geſetzen der Lichtemiſſion gemachte Temperaturbeſtimmung eines Körpers iſt indeſſen nur zutreffend für vollkommen ſchwarze Körper, die, wie annähernd der Ruß, Strahlen aller Wellenlängen gleichmäßig und vollſtändig abſorbieren. Auch die glühenden Wände eines Hohlraums, wenn auch von nicht vollkommen ſchwarzer Beſchaffenheit, verhalten ſich wie ſchwarze Körper, ſo daß alſo die Temperatur eines Feuerraums (Heizraums) mit dem optiſchen Pyrometer richtig beſtimmt wird. Für Körper von nicht vollkommen ſchwarzer Oberfläche nennt man die mit dem optiſchen Pyrometer beſtimmte Temperatur ihre ſchwarze Temperatur, zum Unterſchied von der mehr oder weniger abweichenden wahren Temperatur.

Theoretiſch durch Anwendung der Strahlungsgeſetze von Stefan und Wien und praktiſch durch Ausbildung bequemer photometriſcher Methoden des Meſſens wurde das optiſche Pyrometer weitergebildet durch J. Paſchen und H. Wanner [7] und durch Holborn und Kurlbaum [8]. Die Beziehung zwiſchen T und J bekommt die Form $J = c_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}$, wo c_1 und c_2 Konſtante ſind, die F. Paſchen [9] experimentell beſtimmt hat. Es iſt alſo $\log J$ eine lineare Funktion des reziproken Wertes von T, wodurch ſich die Eichung der auf beſtimmte

Spektralgebiete λ einzuſtellenden photometriſchen Meßapparate einfach geſtaltet. Wanners Pyrometer iſt ein Spektralphotometer, das die Intenſität einer beſtimmten Spektralfarbe des zu prüfenden glühenden Körpers mit derjenigen eines Glühlampenbügels von bekannter, durch Stromſtärke und Spannung beſtimmter Temperatur vergleicht. Bei dem optiſchen Pyrometer von Holborn und Kurlbaum wird von dem glühenden Körper durch eine Linſe ein reelles Bild entworfen in der Ebene des glühenden Kohlebügels einer viervoltigen Glühlampe. Beides wird durch ein Okular mit rotem Glaſe betrachtet unter Regulierung der Stromſtärke, bis bei gleicher Helligkeit das Bild des Glühfadens auf ſeinem Hintergrunde verſchwindet. Ein Ampèremeter läßt die Temperatur ableſen. Da die Temperatur der Glühlampe zur Schonung der Lampe nicht über 1500°, beſſer nur bis 1200° geſteigert werden ſollte, iſt eine Vorrichtung zur Lichtſchwächung des entworfenen Bildes angebracht, ſo daß das Temperaturgebiet, über das ſich der Meßbereich des optiſchen Pyrometers erſtreckt, von 600° an nach oben unbegrenzt iſt. Dieſes optiſche Pyrometer wird hergeſtellt von Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk in Berlin, deren Proſpekt das Schaltungsſchema (Fig. 9) gibt. Die einzigen der Abnutzung unterworfenen Teile dieſes vervollkommneten Apparats ſind die Glühlampe und die Akkumulatoren. Erſtere kann nicht willkürlich erneuert werden. Es ſind daher jedem Apparat zwei Erſatzlampen beigegeben, zuſammen mit ihren Prüfungsſcheinen. Gleichfalls hierher gehört die Erwähnung zweier Pyrometer von Fery, da ſie ebenfalls, das eine thermoelektriſch, das andre als Ausdehnungspyrometer die Wärmeſtrahlen glühender Körper zur Temperaturbeſtimmung benutzen, alſo die „ſchwarze Temperatur" liefern. Bei beiden werden die Strahlen durch einen Hohlſpiegel in deſſen Fokus geſammelt, wo ſich bei dem einen ein aus zwei Bändern von Eiſen und Konſtantan gebildetes Thermoelement befindet, bei dem andern eine Art Bordaſches Thermometer (ſ. oben). Vgl. darüber [10] und [11].

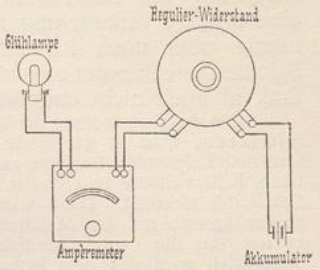


Fig. 9. Schaltungsſchema für das optiſche Pyrometer.

Zum Schluß ſei noch ein in vielen Fällen bequemes Verfahren zur Beſtimmung hoher Temperaturen erwähnt, das **kalorimetriſche** (vgl. die Beſchreibung des Waſſerkalorimeters im Art. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 282). Das an ſich wenig genaue Verfahren leidet noch durch die Veränderlichkeit der ſpezifiſchen Wärme mit ſteigender Temperatur, wofür ſichere Geſetze noch zu ermitteln ſind. Bequem zu handhabende Kalorimeter liefert G. A. Schultze, Berlin SW.

Literatur: [1] Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenweſen 1896, S. 405. — [2] Annalen der Phyſik 1899, 68, S. 66. — [3] Comptes rendus 1898, 126, S. 410 und 473. — [4] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, Breslau 1896, 2. 2, S. 16. — [5] Journal de Phys. 1887, (2) 6, S. 26. — [6] Ebend. 1892, (3) 1, S. 185, und Comptes rendus 1892, 114, S. 737. — [7] Phyſik. Zeitſchr. 1899, 1, S. 226; 1901, 3, S. 112. — [8] Ebend. 1902, 3, S. 187. — [9] Sitzungsber. der Berliner Akademie 1899, S. 405—420. — [10] Preisverzeichnis Nr. 39 (Juni 1906) der engl. Cambridge Scientific Instrument Co. Ltd. — [11] Journal de phys., 6, 1907, S. 889, und Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde, 28, 1908, S. 189.

A. Schmidt.

Pyrometrie, optiſche, ſ. Photometrie, S. 126.

Pyrometriſcher Heizeffekt, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 281.

Pyrop, ſ. Granat.

Pyropapier (Sprengpapier) wird erhalten, indem man ungeleimtes Papier einige Minuten lang in einer Miſchung von Salpeterſäure und Schwefelſäure liegen läßt, worauf man dasſelbe herausnimmt, durch Waſchen mit Waſſer und verdünntem Ammoniak entſäuert und ſchließlich trocknet. Es brennt infolge ſeines Gehalts an Nitrocelluloſe raſch ab, ohne Rauch zu entwickeln.

Pyrophore (Selbſtzünder), Körper, die ſich von ſelbſt an der Luft entzünden. Die Urſache des Selbſtentzündens beruht auf der Leichtigkeit, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden, welcher Vorgang durch ſehr poröſe Beſchaffenheit der Körper erleichtert wird. Solche Pyrophore ſind gewiſſe Metalle in ſehr fein verteiltem Zuſtand, ferner geglühter Brechweinſtein, mit Zuckerkohle geglühter Alaun (Hombergs Phosphor); auch Zinkäthyl, Phosphorwaſſerſtoff u. ſ. w. ſind Körper, welche ſich an der Luft von ſelbſt entzünden. — Vgl. a. Gasbeleuchtung.

C. Häußermann.

Pyropiſſit, Wachskohle, Mineral, foſſiler Kohlenwaſſerſtoff. Derbe, lockere, zerbröckliche oder auch, wenn feucht, geſchmeidige, weiche Maſſe von gelber oder brauner Farbe; matt; ſpez. Gew. 0,9; ſehr leicht zu pechähnlicher Maſſe ſchmelzend und leicht verbrennend mit weißer Flamme. Teilweiſe in Aether löslich, liefert trocken deſtilliert Paraffin. Tritt in mächtigen Schichten in der Braunkohle der Provinz Sachſen auf und wird gewonnen und zur Paraffinbereitung benutzt.

Leppla.

Pyrotechnik, ſ. v. w. Feuerwerkerei (ſ. d.).

Pyroxen, ſ. v. w. Augit (ſ. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pyroxyline, Sammelname für alle noch die urſprüngliche Struktur aufweiſenden Einwirkungsprodukte der Salpeterſäure auf Baumwolle und ähnliche Faſermaterialien, während die durch Auflöſen dieſer Rohſtoffe in Salpeterſäure und darauffolgendes Fällen dieſer Löſungen mit Waſſer erhältlichen Präparate als Xyloidine bezeichnet werden. Von der Vorausſetzung ausgehend, daß die den Hauptbeſtandteil der Baumwolle u. ſ. w. bildenden Celluloſemoleküle in Berührung mit Salpeterſäure unter Waſſerabſpaltung eſterifiziert werden, ohne eine ſonſtige Veränderung zu erleiden, nennt man die Pyroxyline auch Celluloſenitrate oder noch häufiger Nitrocelluloſen. Ob jedoch die Pyroxyline Salpeterſäureeſter der unveränderten Celluloſe oder der Hydro- bezw. Oxycelluloſe ſind, iſt noch nicht endgültig feſtgeſtellt.

Die die Umwandlung der Baumwolle in Pyroxylin bezweckende Operation, das ſogenannte Nitrieren, wird in der Weiſe ausgeführt, daß man das zuvor ſorgfältig gereinigte und getrocknete Faſermaterialien eine auf einer beſtimmten Temperatur gehaltene Miſchung von Salpeterſäure, Schwefelſäure und Waſſer einträgt, worauf man das ganze einige Zeit (2—8 Stunden) ſich ſelbſt überläßt. Dann wird das Nitriergut von der Abfallſäure getrennt, mit kaltem Waſſer gewaſchen, im Mahlholländer zerkleinert und ſo oft mit Waſſer ausgekocht, bis es frei von die Lagerbeſtändigkeit des fertigen Produkts beeinträchtigenden Subſtanzen iſt. Schließlich wird das dem Pyroxylin anhaftende Waſſer durch Alkohol verdrängt oder durch Abpreſſen und Trocknen bei ca. 45° entfernt. In Berührung mit einer Flamme oder mit einem glühenden Gegenſtand, durch den elektriſchen Funken und beim Erhitzen auf 180° ſowie unter Umſtänden auch durch Stoß oder Schlag entzünden ſich die Pyroxyline und verpuffen dann im loſen Zuſtand und an der Luft mehr oder weniger lebhaft, ohne einen nennenswerten Rückſtand zu hinterlaſſen. Entzündet man Pyroxylin im komprimierten Zuſtand und innerhalb eines geſchloſſenen Gefäßes, ſo findet unter den Erſcheinungen der Exploſion ein Zerfall in Kohlenſäure, Kohlenoxyd, Stickgas und Waſſerdampf ſtatt und kann der dabei auftretende Gasdruck bis auf ca. 15000 Atmoſphären anſteigen.

Außer in Waſſer und in verdünnten Säuren ſind die Pyroxyline auch in Aether, Benzol, Benzin u. ſ. w. unlöslich. Dagegen löſen ſie ſich ausnahmslos in Aceton, Eſſigäther und Amylacetat auf, wobei mehr oder weniger viskoſe Flüſſigkeiten entſtehen. Bei Gegenwart geringerer Mengen eines Löſungsmittels findet nur ein Aufquellen der Faſern unter Bildung einer Gelatine ſtatt. Nach dem Verflüchtigen des Löſungsmittels hinterbleibt eine zuſammenhängende, amorphe, durchſichtige oder weiße Maſſe, in welcher ſich die von einer Stelle aus eingeleitete Entzündung ſehr viel langſamer fortpflanzt als in dem urſprünglichen Pyroxylin, wiewohl die Zerſtörung der organiſierten Struktur keine Veränderung der chemiſchen Zuſammenſetzung zur Folge hat.

Je nach dem Konzentrationsgrad der Nitrierſäure und den beim Nitrieren eingehaltenen Temperaturen reſultieren Pyroxyline von verſchiedenem Stickſtoffgehalt und von verſchiedenem Verhalten gegen beſtimmte Löſungsmittel, insbeſondere gegen eine Miſchung von 1 Teil Alkohol mit 2—10 Teilen Aether.

Diejenigen Pyroxyline, welche zwiſchen 11—12,5 % Stickſtoff enthalten und dabei in der Aether-Alkoholmiſchung ganz oder doch größtenteils löslich ſind, nennt man in der induſtriellen Praxis Kollodiumwollen; die ſtickſtoffreicheren und in der Aether-Alkoholmiſchung größtenteils unlöslichen Pyroxyline ſtellen dagegen die Schießbaumwolle im engeren Sinn des Wortes dar.

Pyroxyline werden in allen Kulturſtaaten fabrikmäßig erzeugt und beziffert ſich die jährliche Totalproduktion auf mehrere Millionen Kilogramm zum Preis von 3—4 *M.* pro 1 kg. Wenn auch die eigentliche Schießwolle heute nur noch zum Laden von Seeminen und Torpedos benutzt und daher in beſchränkten Quantitäten hergeſtellt wird, ſo iſt dagegen der Bedarf an Kollodiumwollen ein um ſo größerer, indem dieſe einer ſehr vielſeitigen Verwendung fähig ſind und außer auf Kollodium und Zaponlack hauptſächlich auf rauchloſe Pulver, auf Kunſtſeide nach dem Verfahren von de Chardonnet, auf photographiſche Films, auf Sprengſtoffe verſchiedener Art ſowie auf Celluloid verarbeitet werden. S. a. Sprengſtoffe.

Literatur: Abel-Pleuß, Unterſuchungen über Schießbaumwolle, Berlin 1907; Escales, R., Die Schießbaumwolle (Nitrocelluloſen), Leipzig 1905; Bernardou, J., Smokeless Powder, Nitrocellulose and Theorie of the Cellulose Molekul, New York 1901; Plach, Die gepreßte Schießwolle, Pola 1891.

C. Häußermann.

Pyrrhoſiderit, ſ. v. w. Goethit (ſ. d.).

Pyrrhotin, ſ. v. w. Magnetkies (ſ. d.).

Pyrrol, ſ. Teer.

Pythagoräiſche Zahlen heißen drei Zahlen, wenn die Quadratſumme der beiden kleineren gleich dem Quadrat der größeren iſt; z. B. 3, 4, 5, weil $9 + 16 = 25$, ebenſo 5, 12, 13 u. ſ. w. — Lehrſatz des Pythagoras, ſ. Dreieck, Bd. 3, S. 98.

Literatur: [1] Gauß, Ueber die pythagoräiſchen Zahlen, Bunzlau 1894. — [2] Kosmik, K., Pythagoräiſche Dreiecke und diesbezügliche Vierecke, Mähriſch-Weißkirchen 1906. *Wölffing.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Q

als Abkürzung bei Flächenmaßen qkm = Quadratkilometer, qm = Quadratmeter, qcm = Quadratzentimeter, qmm = Quadratmillimeter; im Griechiſchen (ϙ) als Zahlzeichen für 90, im Lateiniſchen an Stelle von D (ſelten) für 500.

Quader, Quaderformation, Quaderſandſtein, im allgemeinen, die obere Kreideformation in meiſt ſandiger und mergeliger Ausbildung, vornehmlich im öſtlichen Deutſchland (Sachſen, Schleſien, Böhmen).

Das Hauptgeſtein iſt der eigentliche Quaderſandſtein (Elbſandſtein), der drei Abteilungen hat:

1. Unterer Quaderſandſtein, dem Cenoman angehörig. Weiß, feinkörnig, mit tonigem Bindemittel, einzelnen Glimmerſchüppchen; meiſt nur zu rauhem Mauerwerk verwendet. Die ſchleſiſchen Quaderſandſteine von Wartha bei Bunzlau, von der Heuſcheuer (Wünſchelburg, Friedrichsgrund, Albendorf, Cudowa u. ſ. w.), Langenau u. ſ. w. ſind im allgemeinen mittel- bis grobkörnig, feſter und werden, denjenigen von Poſta ähnlich, als Werkſteine bei Hoch- und Brückenbauten in großem Maß verwendet. Sandſteine von Alt-Wartha beſitzen 2,0 Raumgewicht, nehmen 7,8 % Waſſer auf und zeigen eine Druckfeſtigkeit von 500—600 kg pro Quadratzentimeter.

2. Mittlerer Quaderſandſtein, den vorigen unmittelbar überlagernd oder von ihm durch Grünſandſtein getrennt, dem Turon angehörig. Mittel- bis feinkörnig, letztere Art der ſogenannte Cottaer Bildhauerſandſtein, vielleicht der am meiſten verwertetſte Bauſandſtein Deutſchlands. Sehr gleichmäßig feinkörnig (Korngröße 0,1—0,2 mm), graulichweiß; rein toniges, ſelten etwas kalkiges Bindemittel; meiſt nur Körner von Quarz, untergeordnet ſolche von Muskovit, kaoliniſiertem Feldſpat u. ſ. w. enthaltend. Des tonigen Bindemittels halber weich und leicht zu bearbeiten. Manche locker gebundene oder an kohligen Beimengungen reichere Stellen vermindern die Tragfähigkeit. Unter dem Einfluß von Schnee, Tau und Verbrennungsgaſen aus Schornſteinen, beſonders von ſchwefeliger Säure in großen Fabrikſtädten, wird der geringe Kalkgehalt aufgelöſt, das Geſtein gelockert und der Verwitterung entgegengeführt. Raumgewicht 2,2—2,5; Druckfeſtigkeit 200—300 kg pro Quadratzentimeter; Waſſeraufnahme 8—10 %. Beſchaffenheit des Kornes und Kalkgehalt wechſeln in den einzelnen Bänken, damit auch Verwendbarkeit und Wetterbeſtändigkeit. Verwendung zu feinen Bildhauerarbeiten und allen Arten von Werkſteinen in den Brüchen des Gottleubatales von Cotta und Dohma. Die groben, kieſelig gebundenen und daher feſteren, tragfähigeren und wetterbeſtändigeren Sandſteine des Poſtaer und Liebetaler Grundes im Elbtal werden für Außenfronten, Brückenbauten und zu Mühlſteinen gebraucht. Ihre Bearbeitung zu Skulpturen iſt ſchwieriger.

3. Oberer Quaderſandſtein, dem Turon angehörig, weißgrau, gelb, braun, mit meiſt tonigem und eiſenſchüſſigem Bindemittel (Brauneiſenerz), von feinem Korn ($^1/_4$—$^1/_2$ mm), vorwiegend aus Körnern von Quarz, zum geringeren aus ſolchen von Feldſpaten beſtehend. Sehr durchläſſig, daher an der Baſis Quellen. Einzelne Lagen werden gröberkörnig und geröllführend; an einigen Stellen tritt ein kieſeliges und in hohem Grad verfeſtigendes Bindemittel auf. Hochbaumaterial in den feſteren Bänken (Schandau, Königſtein, Porſchdorf, Hohenſtein, Weiſſig, Wehlen u. ſ. w. in Sachſen).

Literatur: Beck, Erläuterungen zu Sektion Pirna der geolog. Spezialkarte von Sachſen, Leipzig 1892; Mitteil. der kgl. techn. Verſuchsanſtalten 1885, 1889, 1892, 1897; Hermann, O., Steinbruchinduſtrie und -geologie, Berlin 1899. *Leppla.*

Quader (Quaderſtein), ein nach beſtimmten Maßen hergeſtellter parallelepipediſch geformter Bauſtein aus natürlichem oder künſtlichem Stein.

Das Verhältnis der Länge l zur Höhe h und Breite b des Quaders richtet ſich bei natürlichen Steinen nach der Härte des Geſteins und ſind folgende Verhältniſſe gebräuchlich:

Nicht ſehr feſte Sand- und Kalkſteine	$h:l:b$	$=1:2:1$ oder $1:2:2$
Feſte Sand- und Kalkſteine	„	$=1:3:1$ „ $1:3:2$
Marmor	„	$=1:4:1$ „ $1:4:2$
Granit	„	$=1:5:1$ „ $1:5:2$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Dabei hängt die Höhe *h* von der Beſtimmung der Mauer ſowohl als auch von der Mächtigkeit der zur Verfügung ſtehenden Steinbruchbänke ab und kann zwiſchen 0,15 und 0,5 m ſchwanken. Bei künſtlichen Steinen können je nach ihrer Härte ähnliche Verhältniſſe eingehalten werden.
L. v. Willmann.

Quadermauerwerk, ein vollſtändig aus Quadern, d. h. aus größeren parallelepipediſch bearbeiteten Hauſteinen oder künſtlichen Steinen hergeſtelltes Mauerwerk. Bezüglich des Verbandes ſ. Quaderverband. *L. v. Willmann.*

Quaderverband erfolgt nach denſelben Grundſätzen, die allgemein für den Steinverband gelten und von welchen derjenige einer guten gegenſeitigen Ueberbindung der Steine in der Längen- und Querausdehnung der Mauer beſonders hervorgehoben werden muß.


Fig. 1.

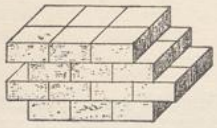


Fig. 5.

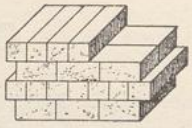


Fig. 6.

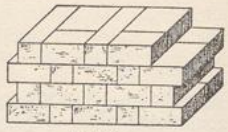


Fig. 7.


Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.

Als geringſtes Maß, bis zu dem ſich die Stoßfugen zweier aufeinander folgenden Schichten nähern dürfen, iſt die halbe Höhe der Quader anzunehmen, im Durchſchnitt jedoch möglichſt die ganze Quaderhöhe zu verwenden. Die Größe der Quader (ſ. d.) iſt in gewiſſer Beziehung maßgebend für den Verband. Genügt eine Quaderbreite für die Stärke der Mauer, ſo erhält man den Läufer- oder Schornſteinverband (ſ. d.), wobei 1. gleich hohe Schichten (opus isodomum) mit gleichmäßigen (Fig. 1) oder ungleichmäßigen Steinlängen (Fig. 2) vorhanden ſein können, oder 2. niedrige und hohe Schichten mit gleichmäßigen (Fig. 3) oder ungleichmäßigen (Fig. 4) Steinlängen (opus pseudoisodomum) wechſeln können. — Bei ſtärkeren Mauern können die Schichten 1. aus zwei verſchieden breiten Läuferreihen beſtehen (Fig. 5), die in jeder Schicht umgelegt erſcheinen, oder 2. können Binder- und Läuferreihen wechſeln (Fig. 6); 3. können Binder und Läufer in derſelben Schicht wechſeln (Fig. 7), wodurch der polniſche oder gotiſche Verband entſteht, deſſen Nachteile hier durch verſchieden breite Läufer vermieden werden können.

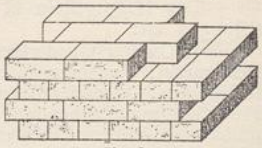


Fig. 8.

Bei ſehr ſtarken Mauern, die allerdings ſelten vorkommen, weil ſie zu teuer werden und daher meiſt durch gemiſchtes Mauerwerk erſetzt werden, können drei oder mehr Läuferreihen der Mauerbreite nach angeordnet werden, wobei die Stoßfugen nicht durchzulaufen brauchen, ſondern durch entſprechenden Wechſel (Fig. 8) einen noch innigeren Verband herbeiführen und auch in der Binderſchicht die Länge der Binder nicht der Dicke der Mauer zu entſprechen braucht, ſondern in zwei oder mehr Teile geteilt werden kann (Fig. 8).

Den Verband an den Mauerenden, Ecken, Kreuzungen u. ſ. w. ſ. unter End- und Eckverband.
L. v. Willmann.

Quadrant nennt man im allgemeinen den vierten Teil eines Vollkreiſes, ſomit auch den von zwei rechtwinklig zueinander ſtehenden Radien begrenzten Teil des Kreiſes. Im übertragenen Sinne werden aber Meßinſtrumente ſo genannt, bei denen der eingeteilte Gradbogen den Winkel von 90° umfaßt.

In der Geodäſie und Aſtronomie hat man bis in das 19. Jahrhundert hinein ſolche Inſtrumente viel benutzt, um beſonders in letzterer Disziplin neben den mittels der Durchgangsinſtrumente beſtimmten Rektaſzenſionen auch die Deklinationen zu meſſen. Berühmt waren die großen Quadranten, an denen Bradley ſeine fundamentalen Meſſungen ausgeführt hat, und die ſpäteren Birdſchen Inſtrumente dieſer Art (z. B. dasjenige, mit dem Tobias Mayer beobachtete). Die älteſten Inſtrumente dieſer Art waren nur mit Dioptern (Hevel in Danzig), die neueren ſchon mit Fernrohren und Mikrometereinrichtung verſehen (vgl. a. Mauerkreis und Mauerquadrant) [1]—[4]. — In kleinerer Form werden gegenwärtig für den Gebrauch in freier Hand noch manchmal ſolche Quadranten als Reflexionsinſtrumente oder als Libellenquadranten hergeſtellt und benutzt. Letzterer ſcheint für die Beobachtung im Ballon eine gewiſſe Bedeutung zu gewinnen.

Literatur: [1] Wolf, Handbuch der Aſtronomie, II, 1, Zürich 1892, S. 43 ff.; Ambronn, L., Handbuch der aſtronomiſchen Inſtrumentenkunde, Berlin 1898, Bd. 2, S. 866 ff. — [2] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtr. 1897, S. 186. — [3] Derſ., ebend. 1896, S. 128. — [4] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 5. Aufl., Stuttgart 1897, S. 673.
Ambronn.

Quadranteiſen, ſ. Normalprofile für Walzeiſen.

Quadrantenelektrometer, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Quadrat, 1. in der Mathematik gleichfeitiges, rechtwinkliges Parallelogramm, deſſen Inhalt die zweite Potenz der Maßzahl ſeiner Seite iſt, daher in der Arithmetik auch Bezeichnung für die zweite Potenz. Die gebräuchlichen Zahlenwerke (Kalender für Geometer, Ingenieure u. ſ. w., Logarithmentafeln) enthalten für den praktiſchen Gebrauch auch in der Regel Quadratzahlen in tabellariſcher Zuſammenſtellung. Vgl. auch Quadratur. — 2. Im Buchdruck, ſ. Buchdruckerkunſt, Bd. 2, S. 379. — 3. Quadrate, kleinſte, ſ. Methode der kleinſten Quadrate. *Wölffing.*

Quadratmaße (Quadratfuß, -klafter, -meile u. ſ. w.), ſ. Flächenmaße.

Quadratnetz, ſ. Karte, Kartierung, Planimeter.

Quadratrix, Name mehrerer Kurven, die zur Quadratur des Kreiſes dienen.

Die Quadratur des Dinoſtratus wird erzeugt durch den Schnittpunkt einer Geraden, die ſich um einen Punkt gleichmäßig dreht, und einer Geraden, die in der Anfangslage ſenkrecht zu erſterer durch den feſten Punkt geht und ſich alsdann gleichmäßig parallel zu dieſer Anfangslage verſchiebt. Die Polargleichung iſt $r=\frac{2a}{\pi}\frac{\varphi}{\sin\varphi}$; in carteſiſchen Koordinaten lautet die Gleichung $x=y\cot\frac{\pi y}{2a}$. Die Kurve hat unendlich viele Aſymptoten parallel zur x-Achſe mit der Gleichung $y=\pm 2na$. Die Sektorfläche zwiſchen den Werten 0 und $\frac{\pi}{2}$ von φ iſt $\frac{2a^2}{\pi}l2$. Die Kurve hat auf der Geraden $x=\frac{2a}{\pi}$ unendlich viele Wendepunkte. Die Quadratrix von Tſchirnhauſen hat die Gleichung $x=a\cos\frac{\pi y}{2a}$; ſie iſt eine Sinuslinie. Beide Kurven dienen zur Quadratur des Kreiſes und zur Teilung des Winkels. Im weiteren Sinne verſteht man unter Quadratrix auch eine Integralkurve, d. h. eine Kurve, deren Ordinaten die von einer andern Kurve (Grundkurve) eingeſchloſſenen Flächenräume angeben. *Wölffing.*

Quadratſeile, vierſeitig geflochtene Hanfſeile (ſ. Bd. 4, S. 773).

Quadratur, die Berechnung des Flächeninhalts der Ebenenſtücke, die von geraden Linien und Kurven begrenzt ſind.

1. Quadratur elementarer Flächenſtücke: Rechteck von den Seiten a und b iſt ab; Dreieck von Seite a und Höhe h iſt $\frac{1}{2}ah$. Parallelogramm von Seite a und Höhe h iſt ah; Trapez von Grundlinien b und d und Höhe h iſt $\frac{b+d}{2}\cdot h$; reguläres Polygon von n Seiten und der Seitenlänge s und dem Inkreisradius ϱ iſt $\frac{ns\varrho}{2}$. Kreis vom Radius r iſt $r^2\pi$, wo $\pi=3{,}1415926\ldots$ die Ludolffſche Zahl. Die Konſtruktion dieſer Größe iſt mit Zirkel und Lineal nicht ausführbar.

2. Quadratur mittels Integralrechnung. Fläche zwiſchen der Kurve $y=f(x)$, der Abſziſſenachſe und den Ordinaten, die zu $x=a$ und $x=b$ gehören, iſt $\int_a^b y\,dx$. Sektorfläche zwiſchen der Kurve $r=f(\gamma)$ und den zu $\varphi=\alpha$ und $\varphi=\beta$ gehörigen Radienvektoren iſt $\frac{1}{2}\int_\alpha^\beta r^2\,d\varphi$.

3. Angenäherte Quadratur mittels linearer Meſſungen. Es ſei eine Fläche zu quadrieren, bei der die Gleichung der Begrenzungskurve nicht gegeben oder die erforderlichen Integrale mit den vorhandenen Mitteln nicht ausführbar ſind. Man teilt das Stück h der Abſziſſenachſe zwiſchen Anfang und Ende der Fläche in $2n$ gleiche Teile, die Teilpunkte liefern die Ordinaten $y_0y_1\ldots y_{2n}$. Ferner ſei
$u=y_3+y_5+y_7+\ldots+y_{2n-3}$; $g=y_2+y_4+\ldots+y_{2n-2}$; $d=\frac{1}{2}(y_2+y_{2n-2})-\frac{1}{2}(y_1+y_{2n-1})$, ſo iſt der genäherte Flächeninhalt: nach der Formel von Poncelet $2hg-\frac{1}{2}hd$; nach der Formel von Parmentier $2hg-\frac{1}{3}hd$; nach der Trapezformel $h[g+u+\frac{1}{2}(y_1+y_{2n-1})]$; nach der Simpſonſchen Regel $\frac{1}{3}h(2u+4g+y_1+y_{2n-1})$. Die letztere iſt für Flächen, die von gewöhnlichen und kubiſchen Parabeln begrenzt ſind, vollkommen genau.

4. Quadratur durch mechaniſche Hilfsmittel ſ. Integraph, Planimeter.

Literatur: [1] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, deutſch von Harnack, Bd. 2, erſte Hälfte, Leipzig 1885, S. 220—235. — [2] Adam, Lehrbuch der Flächen- und Körperberechnung, Langenſalza 1875. — [3] Ehrhardt, Neues Syſtem der Flächenberechnung, Stuttgart 1900. — [4] Jentzen, Flächen- und Körperberechnungen, 2. Aufl., Weimar 1897. — [5] Schuberth, Illuſtriertes Handbuch der Flächen- und Körperberechnung, Berlin 1881. *Wölffing.*

Quadratzahlen: 1, 4, 9, 16, 25 . . . n.

Quadrierung, Nachbildung von Quaderwerk im Wandverputz.

Die Herſtellung erfolgt im geglätteten, noch nicht ganz getrockneten Verputz durch Einſchneiden von Vertiefungen in Form von Dreiecken u. ſ. w. mit eigens dazu geformten Werkzeugen, als ſcharfen Eiſen oder Schablonen. Eine ſolche Ausführung kommt da zur Anwendung, wo es gilt, das Steinmaterial mangels hinreichender Geldmittel durch Putz nachzuahmen. Am Aeußern der Gebäude wird dies nur mit den beſten Mörteln, Zement u. ſ. w. geſchehen können und meiſt von kurzer Dauer ſein, da die wagerechten Vorſprünge der Näſſe wie dem Froſte Angriffspunkte für die Zerſtörung bieten. Im Innern, in Treppenhäuſern, Vorhallen u. ſ. w. iſt der Beſtand ein beſſerer. Schon an Gebäuden von Pompeji findet ſich dieſer Wandputz vor. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Quadriga (Viergefpann), in der antiken Zeit, ein von vier nebeneinander gefpannten Roffen gezogener Wagen.

Sie wurde fowohl in der Schlacht als auch bei Wettfahrten verwendet und zierte zumeift in bronzener Nachbildung die Triumphbögen und ähnliche Bauten. Auch in moderner Zeit werden Quadrigen in ähnlichem Sinne nachgebildet. *Weinbrenner.*

Quai (f. a. Kai), Kaimauer, f. Seehäfen.

Quaiftraßen, f. Kaiftraßen, Straßenbau.

Qualitätseifen, vergleichsweife hochwertiges Eifen; von Roheifen z. B. beftes Gießereieifen, Stahleifen, hochftrahliges Eifen, von fchmiedbarem Eifen die beften Sorten Stabeifen, als Hufnageleifen, Nieteifen u. a. m. *Beckert.*

Qualitätszahlen (Wertziffern, Gütezahlen) find Zahlen, durch welche die Qualität gewiffer Materialien, insbefondere von Eifen und Stahl, zum Ausdruck gebracht werden foll. Früher wurde, abgefehen von Schlagproben, Biegeproben u. f. w. für befondere Zwecke, häufig nur der Nachweis einer gewiffen Zugfeftigkeit gegen ruhende Laft verlangt, fo daß diefe gewiffermaßen als Qualitätszahl galt und ein Hinaufichrauben der Feftigkeit gegen ruhende Laft auf Koften andrer Eigenfchaften, z. B. der Widerftandsfähigkeit gegen fchnelle Spannungswechfel, Stöße und Erfchütterungen, nahe lag. Da bei gleicher Güte des Rohmaterials und gleicher Sorgfalt der Fabrikation die „Zähigkeit" des produzierten Schweißeifens oder Flußeifens unter Umftänden abnimmt, wenn die Feftigkeit wächft, während je nach dem Verwendungszwecke größere Feftigkeit oder größere Zähigkeit erwünfcht fein kann, fo durfte die Qualität des Materials fowohl im Intereffe der Produzenten als der Konfumenten nicht nur nach einer diefer Eigenfchaften beurteilt werden. Angefichts der immer weiter greifenden Verwendung des Eifens empfand man überdies das Bedürfnis nach einer Klaffifikation des Materials, welche jedem die Gewähr böte, bei Bezug einer beftimmten Materialklaffe auf gewiffe Eigenfchaften oder eine gewiffe Verwendbarkeit rechnen zu können.

Einige Beifpiele: Anfangs der 1880er Jahre führte der Verein deutfcher Eifenbahnverwaltungen [2] auf Veranlaffung Wöhlers eine Klaffifikation ein, bei welcher die Summe aus Zugfeftigkeit pro Quadratmillimeter und Kontraktion (f. d. und Zerreißverfuch) in Prozenten des urfprünglichen Querfchnitts als Qualitätszahl diente. Folgende Zahlen geben die Minima, welche für die Einreihung in die verfchiedenen Klaffen verlangt wurden.

		Zugfeftigkeit pro qmm	Kontraktion	Qualitätszahl
Stahl, I. Qualität	a) hart	65	25	90
	b) mittel	55	35	
	c) weich	45	45	
Stahl, II. Qualität	a) härter	55	20	75
	b) weicher	45	30	
Stabeifen, I. Qualität		38	40	78
Stabeifen, II. Qualität		35	25	60
Eifenblech, I. Qualität		36	25	61
Eifenblech, II. Qualität		33	15	48

Die Zahlen für Eifenblech gelten in der Walzrichtung, während fenkrecht zur letzteren 32 und 15 bezw. 30 und 9 genügen follten. Gegen vorftehende Beftimmungen wurde befonders geltend gemacht, daß die Kontraktion zu fehr durch lokale Verhältniffe beeinflußt werde. Tetmajer [10], [11], [14] ging von der Arbeit für die Einheit Stabvolumen aus, welche die Zugkraft beim Zerreißverfuch bis zum Bruche leiftet (f. Arbeitskapazität, Bd. 1, S. 287). Da er diefe Arbeit für eine beftimmte Materialgattung (Schweißeifen oder Flußeifen) nahezu proportional dem Produkte $c = z\lambda$ von Zugfeftigkeit z und Bruchdehnung $\lambda = \frac{\Delta l}{l}$ pro Einheit der urfprünglichen Länge fand, fo wurde c als Qualitätszahl gewählt und dabei z in Tonnen pro Quadratzentimeter gefetzt, während λ ein kleiner Bruch ift, womit auch c meift ein Bruch wird. Für Konftruktionsmaterial fchlug Tetmajer folgende Anforderungen vor [14], S. 218:

	Schweißeifen		Flußeifen	
	z	c	z	c
1. Bleche, annähernd quadratifch, welche nach verfchiedenen Richtungen beanfprucht werden,				
für die Längsrichtung	3,4	0,40	3,6—4,5	0,90
für die Querrichtung	3,0	0,10	3,6—4,5	0,90
2. Bleche, langgeftreckt,				
für die Längsrichtung	3,4	0,40	3,6—4,5	0,90
für die Querrichtung	2,8	0,08	3,6—4,5	0,80
3. Formeifen aller Art, einfchließlich Rund- und Quadrateifen fowie fchmale Flacheifen . . .	3,4	0,40	3,6—4,5	0,90
4. Breite Flach- und Univerfaleifen				
für die Längsrichtung	3,4	0,40	3,6—4,5	0,90
für die Querrichtung	2,8	0,08	3,6—4,5	0,80
5. Niet- und Schraubeneifen	3,8	0,70	3,8—4,2	1,00

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nach den 1895 abgeänderten Würzburger Normen für die Prüfung der Materialien zum Bau von Dampfkeffeln [15] wird die Qualitätszahl gebildet durch Addition der Zugfeftigkeit in Kilogramm pro Quadratmillimeter und Bruchdehnung in Prozenten der urfprünglichen Länge. Andre Vorfchläge von Qualitätszahlen f. [5]—[9] oder [12]. — Bei Beftimmung der Zugfeftigkeit, Dehnung, Kontraktion u. f. w. behufs Ermittlung von Qualitätszahlen kommen in erfter Linie normale Probeftäbe und eventuell diefen geometrifch ähnliche Stäbe in Betracht (vgl. Proportionale Widerftände, Dehnung, Zerreißverfuch).

Literatur: [1] Wöhler, Die Klaffifikation von Eifen und Stahl, Deutfche Bauztg. 1876, Nr. 89. — [2] Denkfchrift über die Einführung einer ftaatlich anerkannten Klaffifikation von Eifen und Stahl, Organ f. d. Fortfchr. d. Eifenbahnwefens, 7. Supplementband: Die Eigenfchaften von Eifen und Stahl, Wiesbaden 1880. — [3] Tetmajer, Zur Frage der Qualitätsbeftimmung von Eifen und Stahl, Eifenbahn 1881, II, S. 16, 92; 1882, I, S. 109. — [4] Wedding, Ueber die Bedingungen der Deutfchen Eifenbahnverwaltung für die Lieferung von Schienen u. f. w., Glafers Annalen für Gewerbe und Bauwefen 1882, X, S. 63, 137, 149 (Vortrag und Diskuffion, vgl. „Stahl und Eifen“ 1881, 1882, 1889). — [5] Intze, Anwendung von Stahl im Vergleiche zu Schweißeifen, Wochenfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1882, S. 447. — [6] Hartig, Ueber die Konftanten der Zerreißungsfeftigkeit und deren vergleichende Anordnung für verfchiedene Materialien, Civilingenieur 1884, S. 93. — [7] Krohn, Beitrag zur Frage der Wertziffern für Konftruktionsmaterialien, ebend. 1884, S. 369. — [8] Derf., Ueber die Dimenfionierung von Eifenkonftruktionen und über Wertziffern, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1885, S. 153. — [9] Gollner, Ueber das Maß der Zähigkeit und Gleichartigkeit der Konftruktionsmaterialien, Technifche Blätter 1886, S. 211; 1887, S. 171. — [10] Tetmajer, Mitteilungen der Anftalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich, 3. Heft, 1886, S. VIII, 13, 56, 103 ff.; 4. Heft, 1890, S. 5, 30, 115 ff. — [11] Tetmajer, Die Baumechanik, Zürich 1889, S. 9. — [12] Weyrauch, Die Feftigkeitseigenfchaften und Methoden der Dimenfionenberechnung von Eifen- und Stahlkonftruktionen, Leipzig 1889, S. 52. — [13] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Mafchinenbau, Berlin 1898, S. 276. — [14] Tetmajer, Die angewandte Elaftizitäts- und Feftigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 27, 218. — [15] „Hütte“, I, Berlin 1905, S. 517.

Weyrauch.

Qualmdeich, f. Kuverdeiche.

Qualmwaffer, f. Körwaffer.

Quarantäne, f. Kontumazanftalt.

Quart, früheres Hohlmaß, in Preußen = 1,145 l, Bayern = 0,267 l, England und Vereinigte Staaten = $^1/_4$ Gallon = 1,136 bezw. 0,946 l.

Quartär (quartäre Bildungen), f. Schichtgefteine.

Quartation, f. Gold, Goldproben.

Quarter, englifches Getreidemaß (Imperial Quarter) zu 8 Bufhels = 290,78 l; an der Londoner Börfe ein Gewicht für Weizen = 480—504 englifche Pfund. Der alte Winchefter Quarter der Vereinigten Staaten = 281,904 l. Ferner ein Gewicht in England und den Vereinigten Staaten = $^1/_4$ Zentner = 12,70 kg; auch Längenmaß in England = $^1/_4$ Yard.

Plato.

Quarterdeck, der hintere Teil des Oberdecks eines Schiffes; ift derfelbe gegenüber dem Oberdeck etwas erhöht, fo heißt er erhöhtes Quarterdeck.

Quartierbaum, f. Treppen.

Quartierftück, f. Einquartier.

Quartfcheidung, f. Gold, Goldproben.

Quarz, Kiefel, Mineral, reines Kiefelfäureanhydrid, SiO_2.

Kriftallifiert hexagonal, zumeift in fechsfeitigen Säulen und Pyramiden; feltener derb oder faferig (Faferquarz); farblos und farbig in allen Tönen; vollkommen durchfichtig bis durchfcheinend. Glas- bis fettglänzend (Fettquarz); fehr fchwach pofitiv doppeltbrechend; ausgezeichnete Zirkularpolarifation; pyroelektrifch; mufchelig brechend, fpröde. Härte 7; fpez. Gew. 2,65 bis 2,66; fchmilzt im Knallgasgebläfe und erftarrt zu einer amorphen, fpezififch leichten (2,2) Maffe. Durch Alkalien und die meiften Säuren nicht angreifbar, nur in Fluorwafferftofffäure löslich; zu den häufigften und am fchwerften verwitterbaren Mineralien gehörig. Man unterfcheidet:

Bergkriftall, Kriftall, immer kriftallifiert, farblos, gelb (Citrin, Goldtopas), braun bis rauchgrau (Rauchquarz, Rauchtopas) oder faft fchwarz (Morion). Beim Glühen verblaffen die rauchgrauen Arten und werden farblos. Innen oft Kriftalle von andern Mineralen, Eifenerz, Hornblende, Rutil, Chlorit u. f. w., oder auch Flüffigkeiten einfchließend. Bergkriftall und feine gefärbten Abarten werden zu allerhand kleinen Kunftgegenftänden, Figuren, Riechfläfchchen, Siegelftöcken, Dofen, Nippes, der farblofe Kriftall zu optifchen Inftrumenten (Brillen, Fernrohren), zu Normalmaßen und -gewichten, zur Reflexion und Brechung des Lichtes bei Leuchtern u. f. w. verarbeitet. Ganz klare Stücke dienen auch als Nachahmungen von Diamant (Alençondiamant, Simili, Scheindiamant) zu Schmuckfteinen, ebenfo auch der gelbe Citrin als Nachahmung von Topas. Rauchtopas ift einer der wenigen braunen Edelfteine und wird in Tafel- und Treppenform gefchliffen. Amethyft ift ein violett oder mehr violblau gefärbter, etwas weniger klarer kriftallifierter Quarz; wird beim Erhitzen gelb und als gebrannter Amethyft oder Goldtopas benutzt. Die dunkelvioletten Abarten (Ceylon, Brafilien, Uruguay) find gefchätzte Edelfteine und werden in Brillantform, feltener mugelig gefchliffen. Preis pro Karat 10—12 ℳ für fchöne, große, dunkel- und gleichmäßig gefärbte Steine. Rofenquarz, wahr-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſcheinlich durch fein verteilte organiſche Subſtanz roſenrot gefärbt, ſonſt derb, fettglänzend. Die Farbe iſt nicht licht- und feuerbeſtändig; gangartig im Granit des Bayriſchen Waldes. Verwendung der dunkelroſenrot gefärbten Steine zu kleinen Schmuckſachen und Kunſtgegenſtänden; Preis gering. Praſem (Smaragdmutter), lauchgrün, weil mit kleinen Nädelchen und Faſern von dunkelgrünem Strahlſtein (Hornblende) vollgeſpickt. Vorkommen im Erzgebirge, in den Salzburger Alpen. Verwendung zu Schmuckſteinen, Gravierungen, Moſaik; Wert gering. Saphirquarz, Lafurquarz, Siderit, blau gefärbt durch eine feinverteilte erdige Subſtanz. Milchquarz, weiß und milchig; gangartig im Schiefergebirge; wenn eiſenfrei, zur Glasfabrikation und, wenn mächtig, zur Straßenbeſchotterung verwendet. Rheinkieſel, Kieſel, abgerollte Stücke von farbloſem Bergkriſtall in den Aufſchüttungen des Rheines der mittelrheiniſchen Tiefebene; zu Schmuckſteinen verwendet; Wert gering. Nadelſtein, Haarſtein, farbloſer Quarz mit größeren, haar- oder nadelförmigen, oft ſternartig gruppierten Kriſtallen von Strahlſtein, Aſbeſt, Rutil, Nadeleiſenerz (flèche d'amour) u. ſ. w. Moosachat oder Mooſtein, mit moosartig geſtalteten, blaugrünen Infiltrationen oder fremden Kriſtallen; Verwendung je nach ihrer Zeichnung in großen, runden und gewölbten Platten zu Broſchen u. ſ. w.; Liebhaberwert. Waſſertropfenquarz, Bergkriſtall mit eingeſchloſſenen Tropfen von Flüſſigkeiten, die ſich bewegen, wenn eine Luftblaſe vorhanden iſt; Liebhaberwert. Goldquarz, farblos, durchſichtig, mit kleinen Körnern oder Adern von gediegenem Gold. Vorkommen in Kalifornien. Verwendung geſchliffen zu kleinen Kunſt- und Schmuckgegenſtänden (Stockknöpfen, Broſchen, Manſchettenknöpfen). Katzenauge, Schillerquarz, fettglänzend, durchſcheinend, meiſt grau, auch grün und braun und von zahlreichen parallel angeordneten Faſern von Aſbeſt ſo dicht durchſetzt, daß er einen einheitlichen Eindruck macht. Im mugelig geſchliffenen Zuſtand verleihen dieſe äußerſt feinen Einſchlüſſe dem Stein einen bläulichen oder graulichen, bandförmigen Schimmer oder Lichtſchein auf dem Scheitel der Schleifform, der ſich beim Drehen des Steines bewegt und mit dem Lichtſchein des Katzenauges verglichen wird. Vorkommen in Oſtindien, Ceylon u. ſ. w. Verwendung als Ring- und Nadelſtein und zu Broſchen. Braunrote Steine mit bläulichem Schiller beſitzen hohen Wert. Durch Behandlung des Tigerauges mit Salzſäure wird ein Stein von ähnlichem Lichteffekt erzielt und als Katzenauge verkauft. Falkenauge, dunkelindigoblau, durch Einſchluß von ſehr dicht und parallel gelagerten, äußerſt feinen Faſern von krokydolithartiger Hornblende. Im geſchliffenen Zuſtand (parallel den Faſern) zeigt der Stein einen bläulichen Schiller; Verwendung wie folgendes. Tigerauge, goldgelb und braun, durch fein verteiltes Eiſenhydroxyd in einem an und für ſich farbloſen, aber parallelfaſerigen Quarz, wahrſcheinlich aus vorigem entſtanden. Die Faſern ſind oft geknickt und gebogen, und die ihnen parallele Schliffläche zeigt einen beim Drehen des Steines wandernden goldgelben bis tiefbraunen, ſeidenartigen Schimmer und Glanz. Vorkommen in Griquatown (Südafrika). Verwendung zu Schmuckſteinen (Broſchen, Nadel- und Ringſteinen) in mugelig geſchliffenem Zuſtand; ferner zu allerlei Zieraten und kleinen Kunſtgegenſtänden (Stockknöpfen, Meſſergriffen, Schalen, Siegelſtöcken, Doſen u. ſ. w.), auch zu Intaglien und Kameen; Wert roh gering (2—3 M. pro Kilogramm). Aventurinquarz, gelb, rot oder braunblau, durchſcheinend, mit vielen kleinen, rot- oder goldglänzenden Glimmerblättchen oder von Eiſenoxyd; im geſchliffenen Zuſtand rot, gelbbraun glitzernd und metalliſch ſchimmernd. Vorkommen in Indien, im Ural; Verwendung zu größeren Schmuckſteinen in mugeligem Schliff oder zu größeren Kunſtgegenſtänden. In den Glasfabriken von Bibaglia in Murano bei Venedig wird ein ähnlich ausſehendes Glas hergeſtellt, bei welchem der metallartige Glanz und das rote Glitzern durch fein verteilte Kupferſpäne erzielt wird. Das ſehr geſchätzte Aventuringlas wird zu Kunſtgegenſtänden aller Art verarbeitet. Iris (Regenbogenquarz), farbloſer Quarz mit feinen Spalten, an denen das Licht zerſtreut wird; iriſiert. Eiſenkieſel, rotbraun durch fein verteiltes Eiſenoxyd; Nilkieſel, Nilſtein, braun, durch fein verteiltes Brauneiſenerz; beide wie Jaſpis verwendet. Jaſpis, vollkommen undurchſichtiger, muſchelig brechender, derber oder dichter Quarz, durch reichliche Beimengungen verſchiedener Art gelb, braun, rot (Blutjaſpis, Hämachat), grün u. ſ. w. gefärbt. Sind die Farben lagenweiſe verteilt, ſo wird er Bandjaſpis, fleckweiſe Fleckjaſpis genannt. Vorkommen vielfach als Gang im Schiefer oder in Eruptivgeſteinen. Verwendung bei ſchöner Färbung zu größeren Schmuckſachen, Zieraten und kleineren Kunſtgegenſtänden. Hornſtein, dicht bis feinkörnig, etwas durchſcheinend, grau bis weiß, braun; ſplitterig brechend. Knollenartig in Kalk und Ton viel verbreitet. Auch geſchliffen, wenn hübſch gefärbt. Chryſopras, dicht, durchſcheinend, blaugrün bis apfelgrün durch fein verteiltes Nickeloxyd. Färbung nicht licht- und feuerbeſtändig. Vorkommen im Serpentin bei Frankenſtein in Schleſien, wird mugelig oder in andern, z. B. Herzformen, geſchliffen und iſt als Schmuckſtein ſehr geſchätzt; auch zu Moſaiken verwendet. Calcedon (Chalcedon), dicht, aber immerhin kriſtallin, feinfaſerig in der mikroſkopiſchen Struktur; ſplitterig brechend. Härte $6\frac{1}{2}$; ſpez. Gew. 2,59—2,6; von Kalilauge etwas leichter angreifbar als Bergkriſtall. Niemals mit äußerer Kriſtallform, meiſt rundlich kugelig, nieren- bis traubenförmig und konzentriſch-ſchalig. Meiſt nur durchſcheinend, ſelten klar durchſichtig; grau, bläulich und wenig gefärbt; wegen Poroſität von färbenden Subſtanzen durchdringbar und färbbar. Nur rißfreie und gleichmäßig gefärbte, ſtark durchſcheinende Steine haben Wert und werden als einfachere Schmuckſteine mugelig geſchliffen oder zu Kunſtſachen (Teller, Vaſen, Taſſen, Siegelſtöcken u. ſ. w.) verarbeitet; weit verbreitet als Ausfüllung von Gängen und Klüften und ſelbſt lagerartig. Als Abarten des Calcedon: Moosachat, mit moosartigen Klumpen von wirren Fäſerchen eines grünen Minerals durchſetzter, bläulichgrauer Calcedon. Mokkaſtein, mit baum- oder ſtrauchartigen Infiltrationen (Dendriten), von brauner Farbe durchſetzt. Beide zu Broſchen u. ſ. w. als flache, kreisrunde oder ovale Scheiben verwendet. Cerachat, wachsähnlich. Karneol, rot in verſchiedenem Grad durch Eiſenverbindungen, ungeſtreift; weniger ſpröde als Calcedon. Verwendung wie vorige, auch zu Gravierungen, in großen Stücken zu Kunſtſachen. Sarder, kaſtanienbraun bis orangefarbig;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oft rot durchscheinend. Plasma, gleichmäßig grün, durch winzig kleine Schüppchen von Chlorit oder fein verteilter Grünerde gefärbt. Heliotrop, ein Plasma mit blutroten Punkten und Flecken; zu Ring- und Nadelsteinen, Broschen u. s. w. verwendet. Achat, gestreift, gebändert durch verschieden gefärbte sehr dünne Lagen, rot, braun, gelb, weiß, blau, seltener grün, an einem Stück. Die Bänderung ist meist geschlossen, also konzentrisch, und ahmt die Außenform des Hohlraumes nach (Mandel, Gang). In bezug auf die Form der Bänderung unterscheidet man am Stück Bandachat bei geraden Bändern, Festungsachat bei zickzackförmigen Bändern, Wolkenachat bei klumpigen, nicht scharf begrenzten Farbenflecken und Wolken. Stücke, welche aus zwei geradflächigen oder ebenen Schichten von weißem oder bläulichweißem einerseits und dunkelgrauem oder braunem Achat anderseits bestehen, heißen Onyx oder Sardonyx (braun) und werden zu Gravierungen, Intaglien und Kameen benutzt. Der gewöhnliche Achat dient zu allerhand Schmuck, als Amulette, Perlen, Broschen, Armbänder, zu kleinen Gebrauchsgegenständen oder deren Verzierung (Messer- und Stockgriffen, Dosen, Siegelstöcken, Tellern, Papiermessern, Bilderrahmen); dann zu Kunstsachen (Vasen, Leuchtern, Schalen, Schachfiguren), endlich zu Reibschalen, Glättsteinen für Papier- und Kartonfabriken, Walzen für Lederpressung und zur Herstellung von Bändern, Zapfenlagern für Wagen und in der Feinmechanik, zu Mosaik. Vorkommen besonders als Ausfüllung von Blasenräumen in lavaartigen Eruptivgesteinen, vornehmlich an der Nahe, in Ostindien und Brasilien. Der brasilianische ist wenig gefärbt, meist bläulich oder grau, kann aber durch längeres Liegen in färbenden Flüssigkeiten rot, grün, blau, braun, schwarz gefärbt werden. Sitz der Industrie ist Oberstein-Idar a. d. Nahe, Waldkirch in Baden. Flint (Feuerstein), grau oder rötlichgrau, durchscheinend; muschelig brechend, knollenförmig, außen mit weißem Kieselmehl bedeckt; durch Alkalien leicht angreifbar. Vielfach in der Kreideformation, früher zum Funkenschlagen benutzt, mitunter auch zu kleineren Kunstsachen verarbeitet. Dient auch zur Herstellung von Glas.

Literatur: Bauer, Edelsteinkunde, Leipzig 1896; Blum, R. J., Taschenbuch der Edelsteinkunde, Leipzig 1887; Lange, Die Halbedelsteine aus der Familie der Quarze und die Geschichte der Achatindustrie, Kreuznach 1868; Hifferich, Hausindustrie im Gebiete der Schmuck- und Ziersteinverarbeitung, die Idar-Obersteiner Industrie, Oberstein 1894. *Leppla.*

Quarzit, Schichtgestein, bestehend aus kleinen Quarzkörnern, die durch ein quarziges Bindemittel verkittet sind, also ein quarzitischer Sandstein.

Die Farben sind grau, grünlichgrau oder weiß. Neben dem Quarz enthalten die Gesteine noch zumeist etwas Feldspat (Kaolin), weißen Kaliglimmer, die grünen auch wohl Chlorit oder Sericit in dünnen Schüppchen, außerdem, aber meist in sehr untergeordnetem Maße, Turmalin, Zirkon, Rutil, Magneteisen, Graphit u. s. w. Das Korn wechselt zwischen grob und dicht. Die einzelnen Quarzkörner sind selten gerundet, meist eckig und scharfkantig oder mit kleinen glitzernden Flächen besetzt. Ist Glimmer oder Chlorit in reichlichem Maße vorhanden, so werden die Gesteine schichtig oder schieferig und spalten parallel den Glimmerblättchen und -lagen (Quarzitschiefer).

Burrstein (Buhrstone) wird ein feinkörniger Quarzit genannt, in welchem lange Poren parallel der Schichtfläche vorhanden sind. Chemisch bestehen die Quarzite aus 90—100 % Kieselsäure; nur geringe Mengen von Tonerde, Eisenoxyd, Alkalien sind vorhanden. Der Verwitterung widerstehen die glimmerfreien Quarzite wohl am meisten unter allen Gesteinen, daher bilden ihre Schichten meist die höchsten Rücken der Gebirge und steilen Abhänge. Humus- und Kohlensäure lösen eine sehr geringe Menge des Quarzbindemittels auf, und so entsteht, aber erst nach vielen Jahrtausenden, durch die Verwitterung der Quarzite ein lockerer weißer Sand. Die Härte liegt zwischen $6^1/_2$ und 7. Das spez. Gew. beträgt 2,5—2,6, das Raumgewicht ist meist etwas niedriger. Die Quarzite beginnen in den kristallinischen Schiefern, in deren hangenden Schichten sie besonders häufig sind, treten vielfach in den kambrischen und silurischen, besonders reich aber in devonischen Schichten (Rheinisches Schiefergebirg, Ardennen) auf und fehlen in der Steinkohlenformation und Trias (Buntsandstein) nicht. Süßwasserquarz, Limnoquarzit wird eine aus Quarz und Calcedon oder auch Opal bestehende, meist ungeschichtete Quarzitmasse genannt, die in der Tertiärformation (Pariser Becken) in großen Massen vorkommt und in löcherigem und großporigem Zustand als Mühlsteinquarzit verwendet wird.

Als wetterbeständigstes und härtestes Material müßten Quarzite das beste Baumaterial abgeben, wenn ihre Bearbeitung nicht so schwierig wäre. So dienen sie nur für rauhes Mauerwerk, Ufer- und Wasserbauten, ferner für Pflaster- und Beschotterungsmaterial (hier sehr geschätzt, weil ebene und trockene Straßen gebend), im eisenfreien Zustand zur Darstellung von feuerfesten Steinen (Dinas), zur Auskleidung von Schmelz- und Hochöfen, zur Glas- und Porzellanfabrikation, endlich als Schleif- und Mahlsteine.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Bd. 3, Leipzig 1894. *Leppla.*

Quarzlampe, eine Queckfilberdampflampe (f. Bd. 2, S. 173) mit Leuchtrohr aus geschmolzenem Quarz (Bergkristall).

Quarzporphyr (Euritporphyr), Eruptivgestein, das aus einer Grundmasse von Quarz und Feldspat besteht, in welcher größere Kristalle der beiden Minerale oder eines derselben porphyrisch eingesprengt liegen.

Die Grundmasse ist meist sehr dicht und mit dem Mikroskop erst bei sehr starker Vergrößerung in ihre einzelnen Teile zu zerlegen, zumeist ist sie weiß oder gelblich bis braun gefärbt durch feinverteiltes Eisenerz. Fehlen die Einsprenglinge, besteht das Gestein also nur aus der sehr dichten Quarz-Feldspat-(Orthoklas-)Masse, so nennt man es Felfit, Felfitfels oder Felfitporphyr z. T. Quarzporphyre mit sehr dichter und quarzreicher Grundmasse werden Hornsteinporphyre genannt. Ist die Grundmasse zwischen den Einsprenglingen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

glasartig und amorph, ſo entſtehen Pechſteine (Felſitpechſtein). Als Einſprenglinge treten oft noch dunkler Glimmer, Augit, Hornblende auf. Oft drückt ihre parallele Anordnung eine Flußbewegung des Magmas vor ſeiner Erſtarrung aus; in dieſem Falle ſind die Quarzporphyre gebändert und plattig abgeſondert. Sind in der Grundmaſſe durch einen Ueberſchuß an Kieſelſäure meiſt ſtärker verhärtete Knoten oder Kugeln derſelben Maſſe vorhanden, ſo entſteht der Kugelporphyr, der in friſchem Zuſtand hin und wieder bei ſchöner Zeichnung geſchliffen und poliert wird. Granophyr wird das einen Uebergang zu Granit bildende, in ſeiner Grundmaſſe durchaus und deutlich kriſtallin-körnige Geſtein von der Zuſammenſetzung des Quarzporphyrs genannt. Fleckenporphyr heißen gewiſſe ſchieferige und porphyroidähnliche Quarz-Feldſpatgeſteine. — Ihrer chemiſchen Natur nach ſind die Quarzporphyre kieſelſäurereiche, an Eiſen, Kalk und Magneſia arme, kalireiche Geſteine, welche enthalten 70—80 % SiO_2, 10—14 % Al_2O_3, 1—2 % $Fe_2O_3 + FeO$, 1 % CaO, 0,5 % MgO, 1—3 % Na_2O, 3—8 % K_2O. Das ſpez. Gew. beträgt 2,55—2,6, die Härte des friſchen Geſteins $6\frac{1}{2}$—7. Die Verwitterung wird eingeleitet durch eine Umwandlung des Feldſpates in Kaolin oder in ein feines glimmerartiges Aggregat. Damit geht ſtets eine Lockerung vor ſich, und bei vollſtändiger Verwitterung entſteht nach Wegfuhr von Kalk und Eiſen ein ſehr quarzreicher unreiner Kaolin oder Ton. — Die Quarzporphyre bilden zumeiſt größere Kuppen oder glockenförmige Berge (Quellkuppen) oder breite und dicke, lagerartige Decken, vornehmlich in den älteren Schichtenreihen (Devon, Steinkohlenformation, Rotliegendes). Sie ſind meiſt kompakt, ſeltener blaſig und porös. Ihre Abſonderung iſt eine kleinſtückige und prismatiſche oder plattige, ſeltener plump ſäulenförmige. Der ſtarken Zerklüftung wegen nehmen friſche Geſteine ſehr viel Waſſer auf, verwitterte wegen der tonigen Kluftausfüllungen ſehr wenig. Das Waſſer der Quarzporphyre gehört zu den an löslichen Mineralſtoffen armen. Die Waſſeraufnahme beträgt etwa 0,5—1 % des Trockengewichtes. Die Druckfeſtigkeit der friſchen und quarzreichen Geſteine reicht bis zu 3000 kg pro Quadratzentimeter, ſinkt bei feldſpatreichen und quarzarmen aber auf 1000 kg herab.

Die Verwendung des Quarzporphyrs zu Hochbauten iſt beſchränkt durch die ſchwierige Bearbeitung und ſtarke Zerklüftung des quarzreichen Geſteins. Bei ſchöner Färbung (hellgelb, roſa oder braun) laſſen ſich ſehr harte Steine auch polieren und dienen als Wandverkleidungen, Säulen, Sockel u. ſ. w. in Kunſtbauten (Porfido mordiglione, ein rötlichgrauer Quarzporphyr). Die große Härte eignet das Geſtein vorzüglich zu Pflaſterſteinen (die indes ſehr glatte Köpfe erhalten) und Kleinſchlag. Quarzreiche und druſige Geſteine dienen als Mühlſteine (Mühlſteinporphyr). Viele zerſetzte und kaoliniſierte Quarzporphyre dienen zur Darſtellung von Steingut, Porzellan, feuerfeſten Steinen. Verkieſelte buntgefärbte Quarzporphyre werden zu kleinen Kunſtgegenſtänden verſchliffen.

Literatur: Leonhard, G., Die quarzführenden Porphyre, Stuttgart 1851; Tſchermak, Die Porphyrgeſteine Oeſterreichs, Wien 1869; Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, Bd. 2, Leipzig 1894; Herrmann, O., Steinbruchinduſtrie und -geologie, Berlin 1899. *Leppla.*

Quarztrachyt, ſ. Liparit.

Quarzziegel (Dinasſteine), ſ. Steine, feuerfeſte.

Quaſt, ein großer Pinſel mit kurzem Stiel zum Streichen — Teerquaſt — oder Waſchen von Anſtrichen.

Quaternär, ſ. Form.

Quaternionen-Kalkül, ſ. Geometriſcher Kalkül.

Quatze, ein Fiſcherfahrzeug an der deutſchen Oſtſeeküſte, das zur Aufnahme der Fiſche einen abgeſchotteten Raum enthält, deſſen Boden die durchlöcherte Schiffshaut bildet. Neuerdings ſind die Quatzen zur Fortbewegung mit Maſchinenkraft verſehen (Dampfquatzen), und hieraus haben ſich die modernen Fiſchdampfer entwickelt. *T. Schwarz.*

Quebracho, ſ. Gerbſtoffe und Leder.

Queckſilber, gediegen, Mineral, reines Queckſilber, *Hg* (zuweilen mit etwas Silber gemiſcht). Kriſtalliſiert regulär, aber erſt bei — 40° C. Bei gewöhnlicher Temperatur flüſſig und in Tropfen; zinnweiß, metallglänzend; ſpez. Gew. 13,596. Bei ſtarkem Erhitzen ſich ohne Rückſtand verflüchtigend. Ziemlich ſelten und nur mit andern reicheren Queckſilbererzen auf Gängen und Klüften vorkommend. Verwendung wie diejenige des künſtlichen Queckſilbers. *Leppla.*

Queckſilber (Waſſerſilber, Hydrargyrum) *Hg,* Atomgewicht 200, das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüſſige Metall, beſitzt in reinem Zuſtande eine zinnweiße Farbe und ſtarken Metallglanz; ſpez. Gew. 13,59, Siedepunkt 357° C. Bei — 39° erſtarrt es und iſt dann geſchmeidig und hämmerbar.

Queckſilber bleibt an der Luft unverändert; beim Erhitzen verwandelt es ſich an der Oberfläche zum Teil in Queckſilberoxyd. Verunreinigt verliert es ſeinen Glanz, bildet keine runden Tropfen mehr, ſondern zieht einen Schweif. Mit andern Metallen legiert es ſich zu Amalgamen (ſ. d.). Salzſäure greift Queckſilber nicht an, ebenſowenig verdünnte Schwefelſäure in der Kälte; konzentrierte Schwefelſäure löſt es unter Entwicklung von ſchwefliger Säure entweder zu Oxyd- oder Oxydulſalz, je nachdem Säure oder Queckſilber im Ueberſchuß vorhanden; Salpeterſäure löſt es ſchon in verdünntem Zuſtande auf. Mit Chlor und Schwefel verbindet ſich das Queckſilber direkt. Queckſilberdämpfe ſowie alle im Magenſaft löslichen

Salze ſind äußerſt giftig. In der Natur kommt es gediegen und in Erzen vor, von denen der Zinnober HgS das häufigſte und wichtigſte iſt. Auch in einigen Fahlerzen iſt Queckſilber enthalten. Spanien (Almaden, Mieres), Oeſterreich (Idria), Italien (am Monte Amiate), Rußland, Algier, Kalifornien (New Almaden, Redington u. a.), Mexiko, Peru beſitzen die ergiebigſten Queckſilbergruben. Für die Gewinnung des Queckſilbers kommt nur der Zinnober in Betracht, der entweder bei Luftzutritt erhitzt wird und dann Queckſilber und ſchweflige Säure $HgS + 2O = Hg + SO_2$ liefert oder durch Erhitzen mit Eiſen oder Kalk zerlegt wird, wobei als Nebenprodukte Schwefeleiſen bezw. Schwefelcalcium und Calciumſulfat entſtehen, $HgS + Fe = Hg + FeS$ oder $4\,HgS + 4\,CaO = 4\,Hg + 3\,CaS + CaSO_4$. Die Gewinnung nach den letzten beiden Methoden kann nur in geſchloſſenen Gefäßen ausgeführt werden. Da ſie nur für reichere Erze angängig iſt, ferner größere Koſten für Brennmaterial erfordert und auch geſundheitsſchädlicher als das Röſtverfahren iſt, ſo wird heute faſt nur dieſes angewendet. Das Röſten geſchieht entweder in Schachtöfen mit unterbrochenem Betriebe oder in Schacht- und Flammöfen mit kontinuierlichem Betriebe. An die Oefen ſchließen ſich die Kondenſationsvorrichtungen zur Verdichtung der Queckſilberdämpfe; in ihnen ſetzt ſich außer dem metalliſchen Queckſilber und den nebenbei entſtehenden Verbindungen (Waſſer, ſchweflige Säure und Schwefelſäure) noch die ſogenannte Stupp (Queckſilberſchwarz, Queckſilberruß) ab, die aus fein verteiltem Queckſilber (bis 50%), Queckſilberverbindungen, Ruß, Kohlenwaſſerſtoffen, Flugſtaub, Eiſenverbindungen, Kalk u. ſ. w. beſteht, und die man meiſtens unter Zuſatz von Kalk und Holzaſche auf Queckſilber verarbeitet. Die Kondenſationsvorrichtungen ſtellt man aus den verſchiedenſten Materialien her. Kammern aus gebrannten Ziegeln haben den Fehler, daß die Poren der Ziegel ſich mit Queckſilber beladen, das ſich bis tief in den Boden, auf dem die Kammern ſtehen, hineinziehen kann; eiſerne Kondenſationsröhren werden durch das Schwefelſäure und ſchweflige Säure enthaltende ſaure Waſſer zerfreſſen und bedürfen häufiger Erneuerung; man füttert ſie wie die ebenfalls Verwendung findenden hölzernen Röhren mit Zement aus oder benutzt glaſierte Steinzeugröhren und ſchaltet, da ſie den ſchroffen Temperaturwechſel ſchlecht vertragen, zwiſchen ihnen und dem Ofen erſt gußeiſerne Röhren ein.

Die älteſten, teilweiſe noch in Almaden benutzten Aludelöfen beſitzen einen einfachen zylindriſchen Schacht, von dem aus die Dämpfe in die Aludelſchnüre gehen, gebildet durch die ineinander geſteckten Aludeln, 0,5 m lange tönerne, birnförmige Gefäße. Zwölf ſolcher Stränge von je 44 Aludeln liegen nebeneinander in Rinnen auf zwei gegeneinander geneigten Flächen; die auf der abſteigenden Fläche liegenden Aludeln beſitzen eine ganz geringe Ausweitung am Halſe, aus der dem kondenſierten Queckſilber der Austritt in die Rinne geſtattet iſt. Eine in der Mitte des Aludelplans, dort, wo die beiden geneigten Flächen zuſammenſtoßen, befindliche Querrinne führt das Queckſilber in Sammelgefäße. Hinter den Aludeln befindet ſich noch ein großer Kondenſationsraum, der mit einer Eſſe in Verbindung ſteht. Bei den jetzt nur wenig mehr in Gebrauch befindlichen Idrianer Leopoldi-Oefen (ebenfalls Schachtöfen mit unterbrochenem Betriebe) wurde die Verdichtung des Queckſilbers in einer Reihe von gemauerten Kammern bewirkt. Von den kontinuierlich betriebenen Oefen ſind die Exeli-Oefen zur Vermeidung von Queckſilberverluſt mit gußeiſernen Platten gepanzert. Das ausgebrannte Erz fällt in Kühlkammern, in denen es die dort eintretende Verbrennungsluft vorwärmt. Die Queckſilberdämpfe werden in drei Reihen nebeneinander liegender, zickzackförmig gebogener gußeiſerner Röhren kondenſiert. Das verdichtete Queckſilber fließt durch an den unteren Bogen der Röhren befindliche offene Anſatzröhren ab, die in mit Waſſer gefüllte Käſten tauchen. Andre in Idria benutzte Oefen ſind die Langer-Oefen mit ſeitlicher Feuerung, während beim Novak-Rundofen das Erz ſchichtenweiſe mit Holzkohlen beſchickt wird. Der Knox-Schachtofen hat als Kondenſatoren 16—18 rechteckige gußeiſerne Käſten mit geneigtem Boden; durch hölzerne Leitungen werden die Dämpfe weiter zu einem aus Holz gebauten Turm geführt, der mit von Waſſer berieſelten Steinen gefüllt iſt und in dem ſich alles Queckſilber abſetzt. Während in dieſen Schachtöfen nur grobzerkleinerte Erze verhüttet werden, wenn man nicht die pulverigen zu Erzziegeln formt, dienen die ebenfalls kontinuierlich betriebenen Livermoor- und Scott-Hüttner-Oefen auch zur Verarbeitung der pulverförmigen Erze. Der an der Flanke eines Hügels erbaute Livermoor-Ofen beſteht aus einer Anzahl nebeneinander liegender, in einem Winkel von etwa 50° geneigter Kanäle aus feuerfeſten Steinen, die auf der unteren Sohle mit zugeſchärften Sperrſteinen verſehen ſind, um das raſche Abrutſchen der Erze zu verhindern. Bei den Scott-Hüttner-Oefen paſſiert das Erz in zickzackförmigen Kanälen Schächte, die unten durch Schlitze, die durch verſchiebbare Gußeiſenplatten verſchloſſen ſind, periodiſch entladen werden. Ferner ſind die Fortſchaufelungsöfen zu nennen, die entweder Flammöfen ſind oder Sohlenheizung beſitzen oder auch mit Lufterhitzung arbeiten. Außer den angeführten Oefen ſind heute auch noch andre veraltete in Gebrauch, es ſcheint aber, als ob die Schüttroſtöfen, beſonders die nach einem neueren Syſtem Cermak-Spirek [2], allmählich alle andern Oefen verdrängen werden, wenn nicht der neuerdings empfohlene Ofen von Dennis [3] eine Zukunft hat, bei dem Generatorgaſe innig mit dem Erz in Berührung kommen und weder Queckſilber als Stupp abgeſetzt wird noch mit den Rauchgaſen fortgehen ſoll. Naſſe Verfahren haben ſich bisher nicht bewährt, auch elektrolytiſche ſind noch nicht von der Technik aufgenommen worden. Das gewonnene Queckſilber wird zur Entfernung mechaniſcher Verunreinigungen durch Leder- oder Leinwandbeutel gepreßt. Eine weitere Reinigung erfolgt entweder durch Deſtillation oder durch Behandlung mit verdünnter Salpeterſäure und Waſſer. Das Queckſilber kommt in guß- oder ſchmiedeeiſernen Flaſchen mit 34—35 kg Inhalt in den Handel. Der Preis beträgt etwa 5 ℳ für das Kilo, chemiſch reines koſtet gegen 7 ℳ. Jahresproduktion 1904 etwa 4000 t.

Literatur: [1] Dammer, Handbuch der chem. Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 2, S. 604; Muſpratts Chemie, Braunſchweig 1900, Bd. 7, S. 445. — [2] Chemikerztg., Köthen 1906, S. 452. — [3] Ebend. 1905, S. 1173, und Zeitſchr. f. chem. Apparatenkunde 1907, S. 263. *Rathgen.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Queckſilberammoniumverbindungen kann man als Verbindungen betrachten, in denen zwei Waſſerſtoffatome der Ammoniumgruppe durch das zweiwertige Queckſilberatom erſetzt ſind.

Die bekannteſten ſind die weißen Präzipitate, die Wöhler zuerſt als unſchmelzbaren bezw. ſchmelzbaren Präzipitat unterſchied. Jenes, $NHgH_2Cl$, Mercuriammoniumchlorid entſteht durch Fällung einer Queckſilberchloridlöſung mit Ammoniak in geringem Ueberſchuß als ein weißes Pulver, das ſich bei dem Erwärmen, ohne zu ſchmelzen, ſchließlich in Kalomel, Ammoniak und Stickſtoff zerſetzt. Es findet Verwendung in der Medizin. Das ſchmelzbare Präzipitat $Hg(NH_3C)_2$ Dimercuriammoniumchlorid entſteht als weißes Pulver oder als kleine Kriſtalle bei dem Abkühlen einer Löſung, die man durch Zuſatz von gelöſtem Queckſilberchlorid zu einer ammoniakaliſchen Salmiaklöſung erhält, ſolange ſich noch der Niederſchlag löſt. *Rathgen.*

Queckſilberbarometer, Inſtrument zum Meſſen des Drucks der atmoſphäriſchen Luft.

Die Größe des Luftdrucks iſt abhängig von der Beſchleunigung der Schwere und von der Dichtigkeit der Luft. Von Störungen abgeſehen, iſt die Beſchleunigung der Schwere (ſ. d.) in hohen geographiſchen Breiten größer als in niederen. Sie nimmt ab mit zunehmender Höhe über dem Meeresſpiegel. Die Dichtigkeit der Luft iſt in höheren Schichten geringer als an der Erdoberfläche. Außerdem wird die Dichtigkeit beeinflußt von der Temperatur der Luft und von den Mengen Waſſerdampf und Kohlenſäure, welche die Luft enthält. — In der Nähe des Meeresſpiegels und unter mittleren Verhältniſſen hält eine Queckſilberſäule von etwa 0,76 m Höhe einer Luftſäule gleicher Grundfläche das Gleichgewicht. Wenn eine genügend lange Glasröhre, die an einem Ende zugeſchmolzen und vollſtändig mit Queckſilber gefüllt iſt, am andern Ende vorübergehend geſchloſſen und in ein Gefäß mit Queckſilber getaucht wird, ſo fällt die Queckſilberſäule in der Röhre nach Entfernung des Verſchluſſes bis zu der angegebenen Höhe. Ueber der Queckſilberſäule entſteht ein leerer Raum, das Vakuum. Wird ein Maßſtab hinzugefügt, an dem der vertikale Abſtand der Queckſilberoberflächen in der Röhre und dem Gefäß gemeſſen werden kann, ſo entſteht das Barometer einfachſter Art. Die beiden Oberflächen haben infolge der gegenſeitigen Anziehung des Queckſilbers und des Glaſes die Form von Kuppen (Menisken); ihr vertikaler Abſtand wird Barometerſtand genannt. Wie der Luftdruck mit der Temperatur wechſelt, ſo ändert ſich auch der Druck der Queckſilberſäule mit ihrer Temperatur. Dieſe muß daher berückſichtigt und gemeſſen werden. Dies geſchieht durch ein Thermometer, das mit dem Barometer in geeigneter Weiſe verbunden iſt, ſo daß es die Temperatur des Queckſilbers genügend genau anzeigt. Aus den eingangs angegebenen Gründen iſt der Barometerſtand nicht nur an verſchiedenen Orten verſchieden, ſondern er ſchwankt auch an demſelben Orte. Die Schwankungen ſind entweder periodiſche, zu beſtimmten Zeiten eintretende, oder zufällige. — Der Erfinder des Barometers iſt Torricelli (1643). Das Vakuum wird nach ihm Torricelliſche Leere genannt. Die Einführung der Bezeichnung Barometer (etwa 1665) wird Boyle zugeſchrieben [1]. Vorher hieß das Inſtrument Torricelliſche Röhre. Weiteres über die Geſchichte ſ. [2]. — Es gibt außerordentlich viele verſchiedene Barometerkonſtruktionen. Nach den Formen können die Barometer unterſchieden werden in Gefäß-, Heber- und Gefäßheberbarometer, nach der Art der Benutzung in Stand- und Reiſebarometer.

1. Gefäßbarometer.

a) Feſtes Gefäß, Rohr und Maßſtab feſt miteinander verbunden. Bei einem ſolchen Barometer einfachſter Art ſteht die Kuppe des Queckſilbers im Gefäß bald höher, bald tiefer, je nachdem das Queckſilber in der Röhre fällt oder ſteigt. Die Ermittlung der Höhe der Kuppe im Rohre an dem in gewöhnlicher Weiſe geteilten Maßſtabe gibt daher nur einen genähert richtigen Wert für den Barometerſtand, der allerdings für viele Zwecke ausreichend genau iſt. Die feinere Beſtimmung erfordert eine Verbeſſerung, die Gefäßverbeſſerung, nach $b = (B - B_n)\, d^2 : (D^2 - \delta^2)$. Darin ſind B der am Maßſtab abgeleſene Wert, B_n ein beſtimmter Barometerſtand, bei deſſen Ermittlung die Kuppe im Gefäß in der Höhe der Nullmarke des Maßſtabes ſtand, D der innere Durchmeſſer des Gefäßes, d der innere und δ der äußere Durchmeſſer der Röhre. Die Berechnung der Gefäßverbeſſerung kann vermieden werden, wenn das Barometer mit einem beſonders geteilten, dem reduzierten oder gekürzten Maßſtabe, verſehen wird. Die verkürzte Maßſtabeinheit erhält man durch Multiplikation der gewöhnlichen Einheit mit $1 - d^2 : (D^2 - \delta^2)$. — Das in Deutſchland gebrauchte Marinebarometer, Kew-Modell, iſt ein Inſtrument mit verkürztem Maßſtab. Mit einem Triebe wird ein Nonius mit Abſehvorrichtung auf die obere Kuppe eingeſtellt. Im Innern des Gefäßes, in ſeiner Mitte, iſt ein ringförmiger Vorſprung angebracht. Es iſt daher nur wenig Queckſilber zur Füllung erforderlich. Der Gefäßdeckel hat eine verſchließbare Oeffnung. Eine Buntenſche Spitze in der Röhre nahe dem Gefäß verhindert das Eindringen von Luft in das Vakuum und vermindert das durch die Schiffsbewegungen hervorgerufene Pumpen der Queckſilberkuppe in der Röhre [3]. Die Einrichtung der Buntenſchen Spitze beſteht in einer ſpitz ausgezogenen, mit einer feinen Oeffnung verſehenen Glasröhre, die in eine weitere Röhre eingelaſſen iſt. Letztere iſt gegen die Außenwandungen der Spitze abgeſchloſſen. Iſt dieſe nach unten gerichtet, ſo bildet der Abſchluß eine Luftfalle, aus der die angeſammelte Luft nicht in das Vakuum gelangen kann. Im Beobachtungsraum des Schiffes wird das Barometer cardaniſch um zwei rechtwinklig zueinander ſtehende Achſen drehbar aufgehängt. Es ſtellt ſich dann vermöge ſeiner Schwere ſenkrecht. — Iſt ein Barometer mit einem Kathetometer (ſ. Bd. 2, S. 698) ausgerüſtet, ſo wird zur Meſſung des Barometerſtandes ein in zwei Spitzen auslaufender Stift von bekannter Länge durch den Gefäßdeckel geſchraubt, bis die untere Spitze den Queckſilberſpiegel berührt. An dem Spiegelbild der Spitze im Queckſilber iſt ihre richtige Höhenlage leicht und ſicher

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feſtzuſtellen. Dann iſt nur nötig, den Abſtand der Kuppe im Rohre von der oberen Spitze zu meſſen.

b) Feſtes Gefäß und verſtellbarer Maßſtab. Ein Inſtrument dieſer Anordnung trägt den Maßſtab auf einer verſtellbaren Meſſingſtange. Dieſe endigt in einer feinen Spitze, die den Nullpunkt der Teilung bildet und auf die Queckſilberoberfläche im Gefäß eingeſtellt wird. Auf der Glasröhre kann ein Nonius mit Abſehvorrichtung für die Einſtellung auf die obere Kuppe verſchoben werden. Dieſes Barometer iſt in England verbreitet und heißt dort Standardbarometer [4].

c) Verſtellbarer Gefäßboden, feſter Maßſtab. Fig. 1 ſtellt das Fortinſche Reiſebarometer von Fueß-Steglitz dar. Durch Hochſchrauben des Gefäßes *G* wird das Queckſilber gehoben, bis der Spiegel eine Stahlſpitze an der Unterfläche einer Meſſinghülſe berührt, welche das Glasrohr einfaßt. Auf der Meſſinghülſe iſt der Maßſtab angebracht. Sein Nullpunkt liegt in Höhe der Spitze. Durch zwei gegenüberſtehende fenſterartige Oeffnungen der Meſſinghülſe wird der Barometerſtand beobachtet. Die Ableſung erfolgt an einem Nonius *N* mit Abſehvorrichtung für die Einſtellung auf die obere Kuppe. Der Nonius iſt an einem über der Meſſinghülſe grob und fein verſchiebbaren Meſſingrohre angebracht. Die Feinverſchiebung wird mit einer Schraube *S* ausgeführt. Die Luft hat durch eine feine, verſchließbare Oeffnung *O* in der Hülſe Zutritt zum Gefäß. Der untere Teil der Glasröhre läuft in einer Buntenſchen Spitze aus (ſ. 1. a). Für den Transport richtet man das Inſtrument her durch Anſchrauben des Gefäßes, bis ein mit Leder bezogener Federbolzen *F* die Röhre ſchließt, und kehrt es danach um. — Eine andre Art der Noniuseinſtellung iſt die mit Zahnſtange und Trieb. — Ein Fortinſches Barometer ähnlicher Einrichtung trägt das Queckſilber in einem Lederbeutel oder einem Beutel aus elaſtiſchem Kautſchuk mit Lederbekleidung, der mit einer Schraube angehoben werden kann (vgl. Fig. 3). Soll das Barometer transportiert werden, ſo füllt man durch Anziehen der Schraube den oberen Gefäßraum und das Vakuum vollſtändig mit Queckſilber und dreht das Inſtrument um. — Die Anwendung des beweglichen Bodens zur Einſtellung des Queckſilberſpiegels in eine beſtimmte Höhe rührt von Horner her [2]. Dieſer benutzte aber einen mit Leder überzogenen und durch eine Schraube verſtellbaren Bolzen. Die Barometer werden während der Beobachtungen auf Reiſen durch ein Stativ mit cardaniſcher Aufhängung gehalten. Die Stativaufhängung wurde zuerſt von Engelfield angewendet [2].

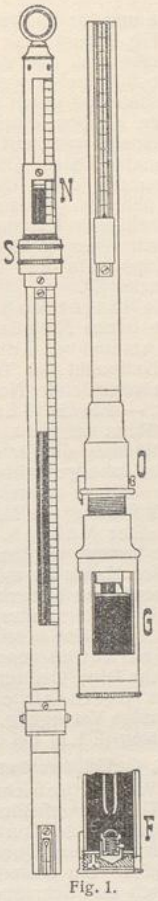


Fig. 1.


Fig. 2.

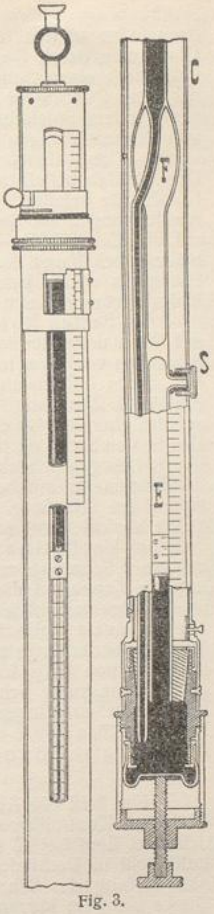


Fig. 3.

2. Heberbarometer.

ſind transportfähiger als Gefäßbarometer und daher für Reiſezwecke geeigneter. Die Glasröhre hat die Form eines Hebers (Fig. 2). Man findet die Einrichtung, daß der obere Teil des langen Schenkels in der Verlängerung des kurzen liegt, oder auch die, daß der lange Schenkel gerade iſt.

a) Feſtes Rohr und feſter Maßſtab. Der Maßſtab wird auf der Glasröhre ſelbſt oder neben der Röhre auf einem Holzſchafte angeordnet. Wenn im letzteren Falle der Maßſtab aus anderm Material hergeſtellt iſt, wird er ſo befeſtigt, daß er ſich frei ausdehnen kann. Der Nullpunkt der Teilung liegt entweder unter dem tiefſten oder über dem höchſten Queckſilberſtand im kurzen Schenkel. Es ſind ſtets zwei Ableſungen erforderlich. Je nach Lage des Nullpunkts müſſen die Ableſungen ſubtrahiert oder addiert werden. Zu den Inſtrumenten dieſer Art gehören die Barometer von Rath [5], Wild [4], Mollenkopf, Fueß [6], [7] und Darmer [8]. Die beiden Röhrenſchenkel der Inſtrumente von Rath und Wild ſind durch ein eiſernes Bogenſtück verbunden, das für Reiſezwecke durch zwei Hahnen abgeſchloſſen werden kann. Das Inſtrument von Wild iſt außerdem noch mit einer Vorrichtung zum Heben des Queckſilbers verſehen. Beide Inſtrumente haben Nonien mit Abſehvorrichtungen zum Einſtellen auf die Kuppen. Bei Rath iſt die Abſehvorrichtung ein Fadendiopter. Dieſes wird mit Hilfe ſeines Spiegelbildes, das von der Glasröhre erzeugt wird, auf die Kuppe eingeſtellt. Die Abſehvorrichtung bei Wild iſt ein Ring, der die Röhre umfaßt. Die Sicherheit der Einſtellung kann etwas erhöht werden durch Anbringung eines Spiegels hinter der Röhre. Die Augenhöhe iſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dann ſo zu wählen, daß die Kuppe und ihr Spiegelbild ſich decken. Ueber Anwendung von Glasnonien durch Fueß ſ. [7]. — Fig. 2 zeigt Darmers Barometer. Die beiden Glasröhren ſind durch einen Gummiſchlauch verbunden, über dem zwei Quetſchbalken liegen. Durch dieſe wird das Queckſilber in der Röhre für den Transport nach Umkehrung des Inſtruments mit genügendem Spielraum für die Ausdehnung durch die Wärme abgeſchloſſen. Zur Ausführung von Probeableſungen kann man die Kuppen durch geringes Anziehen der unteren Klemme heben. Die Abſehvorrichtung der Nonien wird mit einem Zahntrieb auf die Kuppe eingeſtellt. Der Maßſtab beſteht aus zwei getrennten Teilen. Dieſe ſind mit Ausdehnungsſpielraum auf dem Holzſchafte befeſtigt. Ihre Ausdehnungen durch die Wärme ſind gleich, und der Einfluß der Ausdehnungen auf die Ableſungen hebt ſich je nach Stellung der Kuppen teilweiſe oder ganz auf. Weiteres ſ. [8]. — Ein dreiſchenkeliges Barometer wurde auf Veranlaſſung von Löwenherz durch Fueß konſtruiert. Durch einen Kolben, der auf die Queckſilberfüllung des dritten Schenkels wirkt, kann man die Kuppen in den beiden andern Schenkeln verſtellen. Der Kolben trägt zugleich das Thermometer [7].

b) Feſtes Rohr und verſtellbarer Maßſtab. Durch Verſchiebung des Maßſtabes mit Trieb und Zahnſtange ſtellt man ſeinen Nullpunkt auf die untere Kuppe ein. Ueber die Barometer von Greiner sen. & Sohn und von Schultze ſ. [7], von Piſtor & Martins ſ. [4]. Bei dieſen Inſtrumenten liegt der Nullpunkt der Teilung in der Abſehlinie eines Mikroſkops. Ein durch Zahnſtange und Trieb zu verſtellender Nonius trägt ein zweites Mikroſkop, mit dem auf die obere Kuppe eingeſtellt wird. — Ein Gay-Luſſacſches Barometer iſt in [5] beſchrieben. Die beiden Schenkel ſind von Glasröhren umgeben, die miteinander verbunden ſind. Die Röhre für den langen Schenkel trägt den Maßſtab, die für den kurzen eine Ringnullinie. — Ein Vorteil der Inſtrumente mit beweglichem Maßſtabe gegenüber den unter a) beſchriebenen liegt in der einmaligen Ableſung. Uebelſtände können eintreten durch Verbiegung des Maßſtabes und durch Verſchiebung während der Einſtellung des Nonius auf die obere Kuppe.

c) Verſtellbares Rohr, feſter Maßſtab. Das Rohr iſt auf einer Platte befeſtigt, die mit einer Schraube auf und nieder bewegt werden kann. Dadurch iſt eine Einſtellung der unteren Kuppe auf die Nullmarke des Maßſtabes möglich [2].

Allgemein iſt über Heberbarometer zu bemerken, daß die Röhre auf einem Holzſchaft oder in einem Holzkaſten montiert wird. Die Inſtrumente werden nach gehörigem Verſchluß in umgekehrter Lage transportiert. Außer den bereits angeführten Verſchlußvorrichtungen ſind noch die von Gay-Luſſac und Greiner zu nennen. Nach erſterem enthält der im übrigen geſchloſſene kurze Schenkel eine ſehr feine Oeffnung, durch die wohl Luft ein-, aber Queckſilber nicht ausdringen kann. Beim Greinerſchen Verſchluß hat das Glasrohr über einer Buntenſchen Spitze eine trichterförmige Verengung, in die ein Stöpſel dichtſchließend paßt. Die Anwendung von Buntenſchen Spitzen (ſ. 1. a) bei den Heberbarometern iſt ziemlich allgemein.

3. Gefäßheberbarometer.

Fig. 3 iſt die Abbildung des Wild-Fueßſchen Standbarometers. Es iſt nach den von Wild für Kontrollbarometer erſter Klaſſe aufgeſtellten Bedingungen [7] angefertigt. Der lange Schenkel liegt bei *C* in der Verlängerung des kurzen Schenkels *E*. *F* ſteht mit der äußeren Luft nicht in Verbindung. Der Luftzutritt zum Queckſilber erfolgt durch die Oeffnung bei *S* nach Löſung des Schraubenverſchluſſes. Ein Lederbeutel im Gefäß enthält das Queckſilber. Dieſes kann im kurzen Schenkel durch eine Schraube bis zur Nullmarke des Maßſtabes gehoben werden. Die ganze Vorrichtung wird aufgenommen durch eine Meſſingſchutzröhre, die auch Träger des Maßſtabes iſt. Die Einſtell- und Ablefevorrichtung für die obere Kuppe iſt ähnlich der des Fortinſchen Barometers (ſ. 1. c). Sie kann auch für die untere Kuppe benutzt werden. Zu weniger genauen Meſſungen bedient man ſich aber eines Nullpunktviſiers. Für den Transport des Barometers in zuſammengeſetztem Zuſtande hebt man das Queckſilber an, bis die Röhre *E* gefüllt iſt, ſchließt den Verſchluß bei *S* und kehrt das Inſtrument darauf um. Zur Verſendung auf weitere Strecken wird das Inſtrument zerlegt. Weiteres ſ. [7]. Hier findet ſich auch eine Beſchreibung des von Fueß nach Angabe von Koeppen nach Kuppferſchem Prinzip für die Kaiſerl. Seewarte angefertigten Barometers. Abgeſehen von Einzelheiten unterſcheidet dieſes Inſtrument ſich von dem vorigen dadurch, daß die beiden Schenkel nebeneinander liegen und daß eine Platte mit kleiner Oeffnung zwiſchen Lederbeutel und Gefäß angebracht worden iſt. Die Platte ſoll das Eindringen von Luft durch den Lederbeutel in das Vakuum verhindern.

4. Normalbarometer.

iſt ein Inſtrument größter Vollkommenheit, bei deſſen Ausführung alle durch die Wiſſenſchaft und die Erfahrung gegebenen Bedingungen erfüllt ſind. Es dient zur abſoluten Beſtimmung des Luftdruckes mit der größten erreichbaren Genauigkeit. Auch die Kontrollbarometer, mit denen andre Barometer zur Ermittlung von Verbeſſerungen (ſ. 6.) verglichen werden, nennt man Normalbarometer. — Wegen eines Normalbarometers und Manometers mit kathetometriſchen Meßvorrichtungen und Mikroſkopmikrometerableſungen, das von Fueß für die Normaleichungskommiſſion angefertigt wurde, und über das Normalbarometer der Pulkowaer Sternwarte ſ. [9].

5. Beſondere Einrichtungen.

Um die Luftdruckſchwankungen am gleichen Orte, die nicht ſehr groß ſind, beſſer bemerkbar zu machen, ſind Barometer mit vergrößerter Angabe gefertigt worden. Bei dem Heberbarometer von Huygens ſteht über dem Queckſilber im kurzen Schenkel in einer verengten Röhre eine gefärbte Flüſſigkeit von geringem ſpezifiſchem Gewicht, wie Waſſer oder Weingeiſt. Wenn der Barometerſtand um einen gewiſſen Betrag ſinkt, ſo ſteigt die gefärbte Flüſſigkeit um ein Mehrfaches des Betrages; ſteigt das Barometer, ſo ſinkt die Flüſſigkeit. Das Mehrfache wird ausgedrückt durch $m = ns : (2s + n - 1)$. Darin ſind n das Verhältnis der

Querſchnitte der Queckſilberröhre und der verengten Röhre und s das Verhältnis der ſpezifiſchen Gewichte des Queckſilbers und der gefärbten Flüſſigkeit [2]. — Eine Uebertragung der Bewegungen eines Schwimmers im kurzen Schenkel des Heberbarometers auf eine Welle mit Zeiger wird von Hooke [2] und Wolff [10] angewendet. — Jordan benutzt ſtatt Queckſilber Glyzerin, eine bedeutend leichtere Flüſſigkeit, zur Füllung [2] und [11]. — Ueber ein Barometer zum Gebrauch auf Ballonfahrten ſ. [12]. — Ueber ein Barometer, an dem mit Hilfe elektriſcher Kontakte abgeleſen wird, ſ. [13]. — Wegen ſelbſttätig regiſtrierender Barometer ſowie Wagebarometer ſ. Barograph. — Zahlreiche Beſtrebungen beziehen ſich auf Einrichtungen, ein möglichſt vollkommenes Vakuum herzuſtellen [14].

6. Verbeſſerungen.

a) Temperaturverbeſſerung für das Queckſilber. Da das Queckſilber ſein Volumen mit wechſelnder Temperatur ändert, reduziert man den Barometerſtand auf die Temperatur des ſchmelzenden Eiſes, alſo 0°. Man berechnet den reduzierten Barometerſtand B_0 aus dem Barometerſtand B bei der Temperatur t und dem Ausdehnungskoeffizienten des Queckſilbers a nach $B_0 = B : (1 + a\,t)$ oder unter Vernachläſſigung der Potenzen höherer Ordnung von at nach $B_0 = B - a\,B\,t$. Da $a = 0{,}00018$, iſt die Verbeſſerung $-0{,}00018\,B\,t$. Damit das Thermometer die Temperatur des Queckſilbers richtig angibt, muß es vor einſeitiger Erwärmung geſchützt werden.

b) Maßſtabverbeſſerung. Auch die Maßſtablänge ändert ſich mit wechſelnder Temperatur. Es iſt deshalb auch für den Maßſtab eine Temperaturverbeſſerung anzubringen. Dieſe iſt $b\,B\,(t - t_n)$, wobei b den Ausdehnungskoeffizienten des Maßſtabes, B den Barometerſtand bei der Temperatur t ſowie t_n die Temperatur bedeuten, bei welcher der Maßſtab ſeine wahre Länge hat. Die Ausdehnungskoeffizienten ſind für Holz 0,000004, für Glas 0,000008 und für Meſſing 0,000019. — Infolge der Anwendung genau arbeitender Teilmaſchinen ſind die Teilungsfehler für Maßſtäbe meiſtens ſo gering, daß ihre Berückſichtigung nicht erforderlich iſt. Die Maßſtäbe werden geprüft auf Komparatoren (ſ. d.). Dagegen können Fehler erwachſen aus der unrichtigen Lage des Maßſtabnullpunktes, wenn dieſer durch eine Spitze gebildet wird, und aus der unrichtigen Lage des Noniusnullpunktes zur Abſehlinie der Einſtellvorrichtung. Dann iſt eine konſtante Verbeſſerung erforderlich. — Wegen Berückſichtigung einer Gefäßverbeſſerung ſ. 1. a).

c) Verbeſſerung wegen Kapillardepreſſion. Das Queckſilber, eine Flüſſigkeit, welche die Wandungen nicht benetzt, erleidet in engen kommunizierenden Röhren eine Depreſſion unter die normale Höhenlage. Die nebenſtehende, nach Beobachtungen von Mendelejeff und Gutkowski berechnete Tabelle über die Kapillardepreſſion iſt aus [15] entnommen. Alle Werte ſind darin in Millimetern angegeben. Nach dieſer Tabelle iſt die Depreſſion um ſo geringer, je geringer die Meniskushöhe und je größer die Rohrweite iſt. Bei Röhren von 25 mm Durchmeſſer iſt eine Depreſſion kaum noch feſtſtellbar. Die der Tabelle zu entnehmenden Verbeſſerungen ſind poſitiv. Ihre Werte ſind unſicher, da die Angaben verſchiedener Beobachter bisher noch nicht befriedigend übereinſtimmen. Für Barometer, mit denen feine Meſſungen ausgeführt werden ſollen, ſind aus dieſem Grunde weite Röhren zu wählen. Die Kuppenhöhe iſt nicht immer gleich bei demſelben Inſtrumente und auch nicht immer gleich in den beiden Schenkeln des Heberbarometers. Die Urſache hiervon liegt in der Oxydation und Verunreinigung des Queckſilbers, das mit der Luft in Berührung kommt. Durch leichtes Klopfen an die Glasröhre oder durch Anheben des Queckſilbers kann man auf eine normale Meniskusbildung einwirken. Ueber Beſtimmung der Rohrweite bei fertigen Inſtrumenten ſ. [6].

Rohrweite	Meniskushöhe							
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
4	0,83	1,22	1,54	1,98	2,37			
5	0,47	0,65	0,86	1,19	1,45	1,80		
6	0,27	0,41	0,56	0,78	0,98	1,21	1,43	
7	0,18	0,28	0,40	0,53	0,67	0,82	0,97	1,13
8		0,20	0,29	0,38	0,46	0,56	0,65	0,77
9		0,15	0,21	0,28	0,33	0,40	0,46	0,52
10			0,15	0,20	0,25	0,29	0,33	0,37
11			0,10	0,14	0,18	0,21	0,24	0,27
12			0,07	0,10	0,13	0,15	0,18	0,19
13			0,04	0,07	0,10	0,12	0,13	0,14

d) Schwereverbeſſerung. Ebenſo wie die Größe des Luftdrucks iſt auch die Größe des Queckſilberdrucks von der Schwerebeſchleunigung abhängig. Da dieſe nach der geographiſchen Breite und der Höhe über dem Meeresſpiegel verſchieden iſt, geht man von einer beſtimmten Schwerebeſchleunigung aus, und zwar von der, welche für die geographiſche Breite von 45° in der Meereshöhe ermittelt iſt. Gleichen Luftdruck vorausgeſetzt, beſteht zwiſchen dem Barometerſtand $B_0{}^{45}$ in dieſer Lage und dem Barometerſtande B an einem Punkte andrer Lage die Beziehung $B_0{}^{45} = B - B\,(\beta \cos 2\,\varphi + 2\,H : R)$. Darin ſind $\beta = 0{,}002644$ nach Helmert, φ die geographiſche Breite, H die Höhe über dem Meeresſpiegel und R der Erdhalbmeſſer = rund 6370000 m. Die Schwereverbeſſerung iſt danach $-B\,(\beta \cos 2\,\varphi + 2\,H : R)$.

e) Verbeſſerung wegen Luft im Vakuum. Wird das Barometer vorſichtig geneigt, ſo ſtößt das Queckſilber gegen das verſchloſſene Ende. Es entſteht dabei ein heller Ton, wenn das Vakuum frei von Luft iſt, dagegen ein dumpfer Ton, wenn Luft im Vakuum enthalten iſt. Die Luft ſammelt ſich in einem Bläschen, das beobachtet werden kann, wenn das Röhrenende frei liegt. Die eingeſperrte Luft ändert ihre Spannkraft mit der Größe des Vakuums. Ihr Einfluß kann bei Heberbarometern und bei Anhebebarometern beſtimmt werden, wenn es möglich iſt, durch Nachſchütten von Queckſilber oder Heben des Queckſilbers das Vakuum bedeutend zu verkleinern. Man beſtimmt in rafcher Folge die Barometerſtände B_1 und B_2 vor und nach der Vakuumverkleinerung. Dann iſt nach Arago $(B_1 - B_2) : (\nu - 1)$ ein Ausdruck

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für die Größe der Spannkraft und für die Verbeſſerung von B_1. Hierbei gibt ν das Verhältnis der Volumen des urſprünglichen und des verminderten Vakuums an. Einfacher iſt es, den Einfluß der Luft im Vakuum gemeinſam mit andern Fehlern durch Vergleichung der Ableſungen mit den gleichzeitigen Ableſungen an einem Kontrollbarometer bei verſchiedener Temperatur zu ermitteln. — Wegen Herſtellung des Vakuums durch Auskochen bei Füllung der Röhre ſ. [2].

f) Die Verbeſſerung wegen Spannung der Queckſilberdämpfe iſt ſehr geringfügig. Die Angaben der Beobachter über ihre Größe weichen zurzeit noch bedeutend voneinander ab [2]. Die Ergebniſſe der unter e) erwähnten Vergleichungen enthalten auch die Fehler aus dieſer Spannung.

g) Verbeſſerung wegen Unreinheit des Queckſilbers. Wenn σ_r und σ die ſpezifiſchen Gewichte des reinen und unreinen Queckſilbers bezeichnen, ſo iſt die Verbeſſerung $B(\sigma - \sigma_r) : \sigma_r$. Hierin iſt B wieder der Barometerſtand. Bei tadellofen Inſtrumenten entfällt dieſe Verbeſſerung. Ueber die Reinigung des Queckſilbers durch Filtrieren, auf chemiſchem Wege und durch Deſtillation ſ. [2].

Näheres über die Verbeſſerungen ſ. [2], [4]—[6] und [15].

7. Gebrauch und Genauigkeit.

Wegen des Gebrauchs ſ. Barometriſche Höhenmeſſung unter Höhenmeſſungen, ferner Meteorologie und Meteorologiſche Stationen ſowie Schweremeſſung. — Der mittlere Fehler der Einſtellung auf die Kuppe mit freier Hand und bloßem Auge und der Ableſung am Nonius kann zu ± 0,1—0,05 mm, bei kathetometriſcher Meßvorrichtung zu ± 0,01 mm und weniger angegeben werden. Der mittlere Fehler der Beſtimmung des Barometerſtandes iſt größer. Nach [6] iſt er bei Reiſebarometern auf ± 0,2—0,15 mm, bei großen Standbarometern aber auf weniger zu veranſchlagen.

Literatur: [1] Bolton, Der Urſprung des Wortes Barometer, Deutſche Mech.-Ztg., Beiblatt zur Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1903, S. 80. — [2] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik und Meteorologie, 10. Aufl., Bd. 1, Braunſchweig 1906. — [3] Reichsmarineamt, Handbuch der nautiſchen Inſtrumente, 2. Aufl., Berlin 1890. — [4] Schreiber, Handbuch der barometriſchen Höhenmeſſungen mit Atlas, Weimar 1877. — [5] v. Bauernfeind, Elemente der Vermeſſungskunde, 7. Aufl., Bd. 1, Stuttgart 1890. — [6] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 6. Aufl., bearbeitet von Reinhertz, Stuttgart 1904. — [7] Löwenherz, Bericht über die wiſſenſchaftl. Inſtrumente auf der Berliner Gewerbeausſtellung, Berlin 1880. — [8] Darmer, Ein neues Reiſebarometer, Zeitſchr. f. Vermeſſungswesen 1897, S. 342. — [9] Fueß, Normalbarometer und -manometer, ſowie Haſſelberg, Ueber das Normalbarometer der Pulkowaer Sternwarte, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1881, S. 1 und 111. — [10] Wolff, Mikrobarometer, ebend. 1882, S. 115. — [11] Jordan, Das Glyzerinbarometer, ebend. 1881, S. 69. — [12] Fiſcher, Ein neues Barometer, Deutſche Mech.-Ztg., Beiblatt zur Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1900, S. 127. — [13] Boguſki und Natanſon, Ein Barometer mit Kontaktableſung, ebend. 1889, S. 301. — [14] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde: Krajewitſch, 1892, S. 209; Weber, 1893, S. 63; Guglielmo, 1894, S. 139; Koch, Geißlerſche Röhre, ſelbſttätige Queckſilberluftpumpe, 1899, S. 120; Deutſche Mech.-Ztg., Beiblatt zur Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1899: Brunn, Reimerdes, S. 33 und 78. — [15] Kohlraufch, Lehrbuch der praktiſchen Phyſik, Leipzig und Berlin 1905. *Hillmer.*

Queckſilberbranderz, ſ. v. w. Idrialit (ſ. d.).

Queckſilberchloride. Queckſilberchlorür (Mercurochlorid, Kalomel) Hg_2Cl_2 entſteht auf Zuſatz von Salzſäure oder Kochſalzlöſung zu einer Queckſilberoxydulſalzlöſung oder durch Sublimation von Queckſilberoxydulſulfat und Kochſalz bezw. Queckſilberoxydſulfat, Queckſilber und Kochſalz als ein weißes, kriſtalliniſches, in Waſſer unlösliches Pulver. Verdünnte Salzſäure löſt es bei Luftzutritt zu Queckſilberchlorid. Alkalien ſcheiden ſchwarzes Queckſilberoxydul ab. Mit $SnCl_2$ und $AgCl$ bildet es Doppelſalze.

Queckſilberchlorid (Mercurichlorid, Sublimat, Aetzſublimat) $HgCl_2$, farbloſe rhombiſche Kriſtalle, löslich in Waſſer und Alkohol, koaguliert Eiweißſtoffe und iſt eines der heftigſten Metallgifte. Man ſtellt es dar durch Löſen von Queckſilberoxyd in Salzſäure oder von Queckſilber in Königswaſſer oder durch Sublimation eines Gemenges von Queckſilberoxydſulfat und Kochſalz. Verwendung in der Medizin als Antiſeptikum und Arzneimittel, ferner zur Konſervierung von Holz (Kyaniſieren, ſ. Holzkonſervierung, Bd. 5, S. 117), von Tierbälgen und von getrockneten Pflanzen. Mit Chlormetallen bildet es Doppelchloride; $HgCl_2$, $2\,NaCl$ entſteht auf Alkoholzuſatz zu der gemiſchten wäſſerigen Löſung der beiden Chlorverbindungen als farbloſe Nadeln. Von ähnlichem Ausſehen ſind die andern Doppelſalze, von denen $HgCl_2$, $2\,NH_4Cl$, H_2O die Namen Alembrothſalz, Salz der Weisheit oder Wiſſenſchaft, trägt. Queckſilberoxychloride von verſchiedener Farbe und Zuſammenſetzung entſtehen bei unvollſtändiger Fällung einer Queckſilberchloridlöſung durch ätzende Alkalien.

Literatur: Dammer, Handb. der anorgan. Chemie, Stuttgart 1894, Bd. 2, S. 844. *Rathgen.*

Queckſilberdampflampe, ſ. Bogenlampen, Bd. 2, S. 173.

Queckſilbergelb, ſ. Merkurgelb.

Queckſilberhorizont, ſ. Künſtlicher Horizont, Nadirhorizont.

Queckſilberhornerz, ſ. v. w. Chlorqueckſilber (ſ. d.).

Queckſilberjodide. Queckſilberjodür (Mercurojodid) Hg_2J_2 fällt als grünes unbeſtändiges Pulver auf Zuſatz von Jodkalium zu einer Queckſilberoxydulſalzlöſung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Queckſilberjodid (Mercurijodid, Jodqueckſilber, rotes, Jodzinnober, Jodinrot) entſteht als kriſtalliniſches rotes Pulver, wenn Queckſilber und Jod, am beſten bei Alkoholzuſatz, zuſammengerieben werden. Jodkalium fällt es als amorphes rotes Pulver aus Queckſilberoxydſalzlöſungen. Bei dem Erhitzen geht das trockene rote (tetragonale) Jodid in eine gelbe (rhombiſche) Modifikation über, die durch Berührung mit einem feſten Gegenſtande ſofort oder ohne ſolche nach einiger Zeit wieder rot wird. Mit andern Jodiden bildet das Queckſilberjodid eine Anzahl von Doppelſalzen, die zum Teil ähnliche Farbenänderungen zeigen. Queckſilberjodid iſt ein weſentlicher Beſtandteil des Neßlerſchen Reagens (ſ. d.). *Rathgen.*

Queckſilberlebererz, Merkurlebererz, ein Gemenge von vorwiegend Zinnober mit Idrialin und erdigen Verunreinigungen. Rot, bleigrau bis ſchwarz, meiſt dicht; von rotem Strich. Wie Zinnober zur Queckſilberdarſtellung benutzt. (Idria in Krain.) *Leppla.*

Queckſilberlegierungen, ſ. v. w. Amalgame (ſ. d.).

Queckſilbermohr, fein zerteiltes, metalliſches Queckſilber, glanzloſes graues Pulver, durch Fällen von Queckſilberchlorid mit Zinnchlorür, auch durch Schütteln von metalliſchem Queckſilber mit Salzlöſungen zu erhalten. *Rathgen.*

Queckſilbernitrat (Queckſilberoxydulnitrat, Mercuronitrat) $Hg_2(NO_3)_2$ entſteht bei Einwirkung von verdünnter Salpeterſäure auf überſchüſſiges Queckſilber; es kriſtalliſiert in waſſerhellen, monoklinen Säulen. Bei längerer Einwirkung entſtehen baſiſche Salze. Queckſilberoxydnitrat (Mercurinitrat) $Hg(NO_3)_2$ entſteht, wenn überſchüſſige Salpeterſäure auf Queckſilber einwirkt, ſowie bei dem Auflöſen von Queckſilberoxyd in Salpeterſäure. Es kriſtalliſiert in monoklinen Tafeln. Mit Waſſer entſtehen baſiſche Salze. *Rathgen.*

Queckſilberoxyd (roter Präzipitat) HgO bildet ſich bei Erhitzen des Queckſilbers bis zum Siedepunkt bei Luftzutritt, entſteht ferner durch vorſichtiges Erhitzen von Queckſilberoxydulnitrat oder von einem Gemenge von Queckſilberoxydnitrat und Queckſilber.

Fällt man die Löſung eines Queckſilberoxydſalzes heiß mit Alkalien, ſo entſteht rotes kriſtalliniſches Oxyd, während eine kalte Löſung gelbes, amorphes Oxyd liefert. Beim Glühen verflüchtigt es ſich und zerfällt in ſeine Elemente. Es iſt in Waſſer ſehr wenig löslich und gibt mit Säuren die betreffenden Oxydſalze. Es dient zur Darſtellung andrer Queckſilberverbindungen und ſoll zum Anſtrich bei Ozeandampfern als Mittel gegen Molluskenanſatz verwendet werden.

Literatur: Dammer, Handb. der anorgan. Chemie, Stuttgart 1894, Bd. 2, S. 841. *Rathgen.*

Queckſilberoxydul Hg_2O bildet ſich als ſchwarzer Niederſchlag auf Zuſatz von Alkalien zu Queckſilberoxydulſalzlöſungen. Der Niederſchlag enthält faſt immer Queckſilberoxyd und metalliſches Queckſilber. Es oxydiert ſich an der Luft zu Queckſilberoxyd. *Rathgen.*

Queckſilberruß, -ſchwarz, ſ. Queckſilber.

Queckſilberſulfat (Queckſilberoxydulſulfat, Mercuroſulfat) Hg_2SO_4 entſteht durch Erhitzen von Queckſilber mit konzentrierter Schwefelſäure unter Entwicklung von ſchwefliger Säure als ein weißes kriſtalliniſches Pulver. — Queckſilberoxydſulfat (Mercurinitrat) $HgSO_4$ bildet ſich, wenn Schwefelſäure im Ueberſchuß vorhanden. Mit viel Waſſer entſteht ein zitronengelbes baſiſches Salz (Turpethum minerale), das früher in der Medizin Verwendung fand. *Rathgen.*

Queckſilberſulfid (Schwefelqueckſilber) HgS kommt in der Natur als Zinnober vor und entſteht bei Fällung einer Queckſilberoxydſalzlöſung durch Schwefelwaſſerſtoff.

Queckſilberoxydulſalze geben mit Schwefelwaſſerſtoff ein Gemenge von Queckſilberſulfid und metalliſchem Queckſilber. Es iſt ein ſchwarzes, amorphes Pulver, das ſich nur in Königswaſſer löſt. Durch Sublimation eines Gemenges von Queckſilber und Schwefel erhält man es als ein braunrotes Sublimat, das bei dem Zerreiben eine ſcharlachrote Farbe annimmt (künſtlicher Zinnober); ſ. a. Zinnober. *Rathgen.*

Quelldeich, ſ. v. w. Kuverdeich (ſ. d.).

Quelle, im allgemeinen, der Austritt einer Flüſſigkeit aus der Erde, ſpeziell das Zutagetreten von Grundwaſſer, wobei die Bezeichnung ſowohl den Ort des Austrittes als auch das austretende Waſſer einbegreift. Das Grundwaſſer (ſ. Bd. 4, S. 660 ff.) wird in der Hauptſache durch Abſinken der im Boden flüſſig bleibenden Infiltrationen (die direkt atmoſphäriſcher Herkunft ſein oder von beſtehenden offenen Gewäſſern herrühren können) ſowie aus Verdichtungen von Waſſerdampf innerhalb der Bodenporen geliefert [1]; von Natur undurchläſſige oder durch andauernde Benetzung undurchläſſig gewordene Bodenſchichten drängen es auf die Oberfläche zurück. Erfolgt das Zutagetreten aufſteigend unter lebhaften

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vertikalen Bewegungen, so hat man einen Sprudel. Vielfach werden die Quellen auch als Brunnen bezeichnet.

Die Größe des Auslaufquantums hängt von dem Infiltrationsgebiet der Quelle und der Größe und Beschaffenheit des Grundwasserreservoirs ab. Ist das letztere groß und kann ein Ablauf nur durch die Quelle erfolgen, so besteht ein Gleichgewichtszustand zwischen dem in den Boden infiltrierten und dem an der Quelle auslaufenden Wasser, der jedoch zeitlich keineswegs parallele Ergebnisse hat. Das Grundwasserreservoir sammelt die nur periodisch zugehenden Infiltrationen und regelt den Ausgleich zwischen Zufluß und Abfluß. Der letztere wird wesentlich erleichtert, wenn große nichtkapillare Wege für das Wasser gegen den Auslauf bestehen und umgekehrt. Setzt die Bodeninfiltration lange aus, so kann also im ersten Falle sich das Grundwasserreservoir rasch entleeren und der Auslauf eventuell auf Null herabsinken (die Quelle versiegt); in letzterem Falle wird eine weniger rasche Abnahme des Ablaufs stattfinden und ein Versiegen der Quelle nicht eintreten. Demgemäß ist eine stets gleichbleibende Ausflußmenge nicht denkbar, und man findet in der Tat nirgends eine Quelle von konstanter Ergiebigkeit [2], § 22—27.

Sehr häufig bildet die Quelle nicht den einzigen Auslauf für das Grundwasser, sondern nur den Ueberlauf eines unter dem Quellenorte oder in der Nähe desselben fließenden Grundwasserstromes. In diesem Falle werden sowohl durch den sichtbaren wie den unsichtbaren Wasserlauf dem Grundwasserreservoir die Vorräte entzogen. Sinkt der Spiegel im unsichtbaren Wasserlauf unter ein gewisses Maß, so versiegt der sichtbare Wasserlauf (die Quelle). Das Absinken des Spiegels im unsichtbaren Wasserlaufe kann durch allgemeines allmähliches Absinken der Grundwasserwelle im Gebirge veranlaßt sein oder aber durch ein innerhalb kurzer Perioden sich einstellendes Heben und Senken der Flutwelle im unterirdischen Ablaufkanale, was besonders bei auf kurzen Strecken wechselndem Gefälle und Querschnitt, kaskadenförmigem oder heberartigem Ablaufe u. s. w. eintritt. Wenn das Grundwasserreservoir in der Regel nur die unsichtbar laufende Strömung speist und erst bei starken Anschwellungen Wasser aus der Quelle austritt, so nennt man die letztere in unserm Klima Hungerbrunnen oder Maibrunnen (auch Wedel), weil ihrer Entstehung lange andauernde, der Vegetation schädliche Regenfälle vorangehen; erfolgt das Entstehen und Versiegen der Quelle innerhalb kurzer Perioden, so nennt man sie eine intermittierende [2], S. 229.

Die in den Boden eindringenden Infiltrationen, welche die Quellen bezw. den Grundwasserstrom speisen, sind hauptsächlich dreierlei Art: 1. Versickerungen von Regenwasser über dem Gelände durch Poren, Klüfte und Spalten; 2. Versinken eines Teils offen fließender Wasser in den Untergrund und 3. Schneeschmelzen über dem durchlässigen Gebirge. Da die sub 1. genannten Infiltrationen in der heißen Jahreszeit und im strengen Winter sehr gering sind, werden die ausschließlich durch sie gespeisten Quellen während und nach dieser Zeit ihre Minima zeigen. Die sub 2. genannten Infiltrationen sind geeignet, jederzeit große, nachhaltige Quellen zu speisen, die aber hygienisch nicht immer einwandfrei sind. Die sub 3. genannten, besonders die im Hochgebirge im Sommer aus Schnee- und Gletscherschmelzen hervorgehenden Infiltrationen liefern meist sehr reines und, weil in der heißen Jahreszeit am reichlichsten fließend, für Wasserversorgungen vortrefflich geeignetes kühles Quellwasser; dabei treten die Minima im Winter und Frühjahr auf.

Die Temperatur der Quellen ist von jener der einziehenden Infiltration, der Zeitdauer des Aufenthaltes derselben im Untergrund und der Tieflage, in welcher sie sich bewegt, abhängig. Da in unserm Klima in der Tiefe von 30 m unter Terrain die Temperatur ungefähr gleich der mittleren Jahrestemperatur an dem betreffenden Orte ist, so beweisen geringe Abweichungen der Quellentemperatur von dieser, daß der unterirdische Weg die Infiltrationen zunächst tiefer als 30 m und dann erst wieder in geringerer Tiefe der Quelle zuführt. Solche Quellen sind in der Regel rein. Große Schwankungen in der Temperatur des Quellwassers weisen auf eine geringe Tiefe des Eindringens der Infiltrationen oder auf ein rasches Durchfließen der Zwischenräume des Gebirges hin. Letzteres läßt sehr häufig auch eine Trübung der Quelle zum Vorschein kommen. Die Qualität des Wassers ist dann eine zweifelhafte. Quellen, welche eine größere als die mittlere Jahrestemperatur zeigen, heißt man Thermen (heiße Quellen). Ueber ihre Entstehungsursache weiß man in der Regel nichts Genaues; um so reichlicher sprießen die Hypothesen, die wir übergehen (Literatur s. [2], S. 241). Quellen mit konstanter Temperatur gibt es nicht.

Chemische Prozesse während der Infiltration, chemische Angriffe des Wasserdampfes und des flüssigen Wassers sowie mechanische Arbeit des letzteren an dem Träger des Grundwassers bewirken sowohl eine Auslaugung als auch eine mechanische Umbildung desselben. Die chemischen Lösungen zeigen sich im Wasser der Quelle und lassen häufig erkennen, welche Gesteinsschichten von dem Grundwasser unterirdisch berührt bezw. durchflossen wurden. In der Regel ist die Quantität dieser Lösungen relativ nicht sehr bedeutend; erreichen sie eine größere Konzentration, so nennt man die Quellen Mineralquellen (Literatur s. [2], S. 247). Am häufigsten zeigen sich eisenhaltige Wasser. Die im Wasser gelösten Stoffe werden nie in konstanten, sondern je nach Jahreszeit, Wassermenge der Quelle und Temperatur verschiedenen Mengen vorgefunden [1]. Die mechanischen Ablösungen des Wassers bewirken Ablagerungen teils im Gebirgsinnern, teils an der Quelle selbst; sie können zur Ursache des Entstehens von nichtkapillaren Spalten werden, wodurch die Wasserwirtschaft an der Quelle sowie die hygienische und chemische Beschaffenheit derselben meist ungünstig beeinflußt wird.

An vielen Quellen steigt die Ergiebigkeit, wenn der Luftdruck abnimmt; man nennt sie dann Wetterbrunnen. Die Erscheinung erklärt sich daraus, daß über der tief unter dem Boden liegenden Grundwasserwelle der Luftdruck sich nicht so rasch ändern kann wie an dem Auslaufe, weil bei der Ausgleichung des Drucks über der Grundwasserwelle bedeutende Bewegungswiderstände in den Bodenporen zu überwinden sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Ergiebigkeit einer Quelle iſt um ſo geringer, je geringer ihr Infiltrationsgebiet bezw. je kleiner das ſie ſpeiſende Grundwaſſerreſervoir und je weniger durchläſſig der Grundwaſſerträger iſt und umgekehrt. Die Durchläſſigkeit des letzteren iſt aber nicht allein von der Poroſität des Geſteins an ſich, ſondern auch von der Zertrümmerung desſelben in Schollen, Fetzen, Schotter u. ſ. w. abhängig. Bei kleinem Grundwaſſerreſervoir können oft nur geringe Bruchteile der atmoſphäriſchen Niederſchläge als Bodeninfiltrationen einziehen; bei größerem werden alle dienſtbar gemacht. Innerhalb regelmäßig geſchichteter Formationen treten die Quellen ſtets am Ausgehenden der Schichten zutage. Sehr häufig findet man Quellen an dem Uferrande alter Hochgeſtade oder in dem Mittelpunkte amphitheatraliſcher Terrainbildungen. In der Nähe eruptiver Durchbrüche finden ſich ſtets Quellen oder größere Grundwaſſeranſammlungen; ebenſo dort, wo Gebirgsdetritus in großer Menge mit regelmäßig geſchichtetem Geſtein zuſammenliegt, durchläſſige über undurchläſſige Schichten gelagert ſind, oder durchläſſige Gebirge von tonigen Geſteinen mantelartig umhüllt werden. Erdfälle, in Reihen vorhanden, weiſen in ihrer Verlängerung ſtets auf eine Quelle oder auf Grundwaſſer hin. Aus Gebirgsſpalten, wenn ſie Verwerfungen bilden, drängen in der Regel Quellen hervor. In den Schnee- und Eisregionen von rund 3000 m ü. d. M. hören die Quellen auf. Näheres hierüber in [2], § 31 und 32. Die Reinheit des Waſſers einer Quelle iſt ganz weſentlich von der natürlichen Filtration desſelben im Untergrunde abhängig; Quellen aus nichtkapillaren Spalten, die große Waſſermengen liefern, ſind in der Regel der Infektion ausgeſetzt, beſonders in ſtark beſiedelten Einzugsgebieten.

Literatur: [1] Daubrée, A., Les eaux souterraines, Paris 1888. — [2] Lueger, O., Waſſerverſorgung, Abſchn. II, Darmſtadt 1895, mit zahlreichen weiteren Literaturangaben. *Lueger.*

Quellenfaſſung, ſ. Waſſerfaſſung.

Queller, auch Glasſchmalz, Meer- oder Salzkraut (Salicornia herbacea *L.*), einjährige, krautige Pflanzen mit äſtigen Stengeln und Aehren.

Der Queller iſt an der Nordſeeküſte ſehr häufig und wächſt insbeſondere auf dem im Anfang der Begrünung befindlichen Vorlande der Deiche, kommt aber auch an der Oſtſee vor. Im Deichbau wird er wohl ſtatt des Strohes zu der Dachlage der Strohbeſtickung (vgl. Beſtickung) verwendet. — Am Dollart heißt das dort gedeihende lange, vorzügliche Gras gleichfalls Queller (an der oldenburgiſchen Küſte „Andel"). *Frühling.*

Quellerz (Quelleiſenerz), ſ. Brauneiſenerz.

Quellkade, proviſoriſcher Fangdamm aus zwei Holzwänden an der Binnenſeite eines Deiches mit Füllung aus Erde oder Sandſäcken, um das aus einer Quelle (deren Stopfung an der Außenſeite des Deiches ſich nicht als möglich erwieſen hat) hervordringende Waſſer aufzuſtauen und dadurch die Gefahr eines Durchbruches abzuwenden. (Vgl. Deichverteidigung.) *Frühling.*

Quellſtock, ſ. Malz.

Quellwaſſer bei Dämmen, ſ. Körwaſſer.

Quenſeleinrichtung, im Bergbau, die Verbindung des Fördergefäßes oder Fördergeſtelles mit dem Förderſeil (ſ. Schachtförderung).

Querbalken, 1. ein zur Balkenrichtung quer laufender Balken, wie z. B. ein Treppenwechſel; 2. Querarm, Querſchenkel, der kurze, wagerechte Balken eines Kreuzes. *Weinbrenner.*

Querband, 1. das Querholz zur Verſpannung der einzelnen Sparren eines Bohlen- oder Helmdaches; 2. bei Holzbrücken, die zu beiden Seiten der Jochpfähle angebrachte Verſtrebung. *Weinbrenner.*

Querbau, bergmänniſche Abbaumethode für mächtige, ſteil einfallende Lagerſtätten.



Fig. 1 (Grundriß).
→ Richtung des Betriebes.
L Lagerſtätte. *St* Streichſtrecke. *Q* Querſchläge. *u* Wetterüberhauen. *r* Rollen. *B* Bergeverſatz. *M* Bergemühle.

In jeder Abbauſohle wird vom Schachtquerſchlage aus (ſ. Fig. 1 und 2) eine Streichſtrecke am Liegenden aufgefahren, und von dieſer aus werden Querſtrecken bis an das Hangende getrieben. Die dazwiſchen gelegenen Teile der Lagerſtätte *L* werden in Streifen nach der Quer- oder Streichrichtung in 2—2,5 m Höhe abgebaut. Die entſtehenden Hohlräume werden mit Bergen verſetzt, die in der Lagerſtätte vorkommen oder in beſonderen Weitungen *M*, Bergemühlen genannt, gewonnen werden. Nur die Hauptſtrecke wird offen erhalten. Iſt auf dieſe Weiſe eine Abteilung abgebaut, ſo bricht man von der Hauptſtrecke in die Höhe und bringt eine zweite, ſpäter eine dritte Abteilung in gleicher Weiſe zum Abbau. Die Förderung erfolgt durch Rollen oder flache Strecken von den oberen Abteilungen bis auf die Streichſtrecke. Beſondere Vorſicht iſt geboten beim Abbau der oberſten Abteilung, auf welcher der Bergeverſatz *B* der nächſthöheren Sohle ruht, jedoch ſetzt ſich dieſer gewöhnlich ſo feſt zuſammen, daß ein reiner Abbau mit Hilfe von Getriebezimmerung

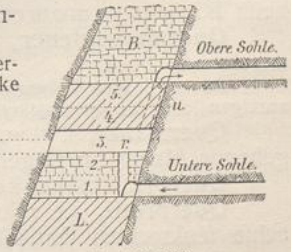


Fig. 2 (Aufriß).

möglich wird (vgl. a. Tunnelbau). Man kann das Abfangen des Bergeverſatzes dadurch erleichtern, daß vor dem Einbringen desſelben die Sohle mit Brettern oder Schwarten belegt wird. Zur Wetterverſorgung werden Verbindungen mit der nächſthöheren Sohle hergeſtellt. Den ſenkrechten Abſtand der Sohlen wählt man zu 10—15 m, ſo daß 4—6 Abteilungen von jeder Sohle aus zum Abbau gelangen. Dieſe Methode wird z. B. zu Idria in Krain beim Queckſilberbergbau und auf den mächtigen, unter 45—50° einfallenden Kohlenflözen zu St. Etienne angewendet. Vgl. a. die in Bd. 1, S. 696, angeführten Werke über Bergbaukunde. *Treptow.*

Querbunker, ſ. Kohlenbunker.

Quercitrin, -citronrinde, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche.

Querdach, 1. Satteldach eines Turmes, der Giebel zu beiden Seiten hat; 2. das über den einzelnen Jochen eines Seitenſchiffes quer zur Längsrichtung laufende Dach; 3. Dach eines Querhauſes. *Weinbrenner.*

Querdichte oder Querſchnittsbelaſtung eines Geſchoſſes ſtellt das Verhältnis des Geſchoßgewichts zum Geſchoßquerſchnitt dar.

Querfenſter, ſ. v. w. liegendes Fenſter, d. h. ein um eine wagerechte Achſe drehendes Fenſter, wie der obere oder Luftflügel an Wohnhausfenſtern; ſ. Fenſterrahmen (Bd. 3, S. 696 ff.). *Weinbrenner.*

Querfries, wagerechtes Fries oder Rahmenſtück bei geſtemmten Türen oder Täferungen; ſ. Türen (geſtemmte Türen).

Querhaupt, ein Kreuzkopf, und zwar ein Doppelzapfen, der quer am Ende der Kolbenſtange ſitzt und die gegabelte Pleuelſtange ſowie die Gleitſchuhe oder die Lenkerſtangen einer Geradführung faßt (ſ. Bd. 4, S. 329).

Querholz, 1. ſ. v. w. Hirnholz (ſ. d.); 2. jedes quer zur Hauptrichtung gelegte Holz (ſ. Querbalken); 3. ſ. v. w. Kämpferholz, Losholz, Weitſtab eines Fenſters (ſ. Fenſterrahmen); 4. Riegelholz in einer Fachwand. *Weinbrenner.*

Querkontraktion, ſ. Kontraktion, Zerreißverſuch, Dehnung, Elaſtizitätsquotient.

Querkopf, Nagel mit zweilappigem Kopf; ſ. Nagel, Fig. 24 und 25.

Querkraft wird häufig eine Kraft genannt, welche die zwei in einem Querſchnitt (ſ. d.) ſtabförmiger Träger (ſ. d.) zuſammenhängenden Flächen längs einander zu verſchieben ſucht, alſo die Vertikalkraft V_x bei horizontalen Balkenträgern (ſ. Balken, auch einfache und durchlaufende) und die Transverſalkraft T_x bei gebogenen Trägern (ſ. Balken, Bogen). Doch kommt der Ausdruck auch für andre ſenkrecht zur Längsrichtung ſtabförmiger Körper wirkende Kräfte zur Verwendung. *Weyrauch.*

Querkraft, auch Scher-, Transverſal-, Vertikalkraft, äußere Kraft genannt, heißt in der Statik der vollwandigen und Fachwerksbalken die Mittelkraft der außerhalb eines Querſchnittes angreifenden Kräfte. Ob man dabei die Kräfte links oder rechts vom Schnitt in Betracht zieht, iſt im allgemeinen gleichgültig; man erhält in beiden Fällen die nämliche Kraft, nur mit entgegengeſetztem Zeichen. Das ſtatiſche Moment der Querkraft, bezogen auf die Schnittſtelle, heißt Biegungsmoment (vgl. Balken und Fachwerke). *Mörſch.*

Quermarkenfeuer, die Grenze des nutzbaren Bereichs von Richtfeuern anzeigende Feuer.

Soweit ſie den Uebergang aus einer Kursrichtung in eine dieſelbe annähernd querende anzeigen, ſind die Quermarkenfeuer Leitfeuer oder Richtfeuer, gegebenenfalls mit Rückpeilung.

Quermauer, ſ. v. w. Scheidemauer, quer zur Hauptrichtung des Gebäudes gehende Mauer im Gegenſatz zu Längsmauer.

Querort, ſ. Strecken.

Querprofil, die zeichneriſche Darſtellung eines zu irgend welcher Längsachſe ſenkrechten Vertikalſchnitts bezw. die Geſtalt oder Fläche des letzteren.

Querprofile der Flüſſe und Kanäle. Das Querprofil iſt entweder gegeben oder geſucht. Im erſteren Falle kann es ſich nur darum handeln, bei verſchiedenen Waſſerſtänden die mittlere Geſchwindigkeit u und die Waſſermenge Q oder, wenn dieſe ebenfalls gegeben ſind, das relative Spiegelgefälle α (in der Strömungsrichtung) zu berechnen. Im zweiten Falle ſind die Dimenſionen des Querprofils F zu ermitteln, die ſich nach der verlangten oder gegebenen mittleren Geſchwindigkeit, der Waſſermenge und dem relativen Gefälle richten. Allgemein wird bei den Berechnungen für die betreffende Strecke eine gleichförmig permanente Bewegung angenommen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. **Gegebenes Querprofil.** Nach Bd. 5, S. 152 und 153, gelten für ein Querprofil, das geſchloſſenen Waſſerablauf ermöglicht, bei dem alſo eine ſtetige Erhebung oder Senkung des Waſſerſpiegels eine ſtetige Zunahme oder Abnahme des Waſſerquerſchnittes F und des benetzten Umfangs p hervorruft, die Beziehungen:

$$1.\ Q = Fu;\quad 2.\ u = k\sqrt{r\alpha};\quad 3.\ \alpha = u^2 : k^2 r = Q^2 p : k^2 F^3.$$

Die Werte von k ſind aus den a. a. O. S. 152 angegebenen Werten von c und der Beziehung $k = 1 : c$ abzuleiten; p iſt der benetzte Umfang des Querprofils (Fig. 1), r der ſogenannte mittlere Profilradius $= F : p$. Für relative Gefälle $\alpha > 1 : 2000$ gilt für c Formel 13., für $\alpha < 1 : 2000$ Formel 14. in Bd. 5, S. 152. Die Waſſermengen Q ſind in den Flüſſen ſtets, in den Kanälen in der Regel wechſelnd, alſo auch die Spiegellagen in beiden. Damit ändert ſich auch der Wert des Koeffizienten k infolge ſeiner Abhängigkeit von r. In der Regel ändert ſich auch die mittlere Geſchwindigkeit u im Querprofile. Nur in einem Falle bleibt u konſtant: wenn das Querprofil (vgl. Fig. 2) in ſeinen Böſchungen nach einer Kettenlinie von der Gleichung:

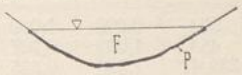


Fig. 1. Gegebenes Querprofil.

$$4.\ y = \frac{b}{2}\left(e^{\frac{a+x}{b}} + e^{-\frac{a+x}{b}}\right)$$

begrenzt wird, in der $a = b \log n \frac{B + \sqrt{B^2 - b^2}}{b}$ iſt. Die Gleichung 4. entſpricht der Beziehung $F : p = \text{konst}$ oder $dF = \text{konst} \cdot dp$ und ergibt ſich durch Integration mit $dF = 2y \cdot dx$, $dp = 2\sqrt{dx^2 + dy^2}$ und mit den zuſammengehörigen Werten $x = 0$, $y = B$ [1], S. 747.

Bei Querprofilen, die ſehr unregelmäßig begrenzt ſind, insbeſondere einen geſchloſſenen Ablauf nicht ermöglichen, ſondern das Waſſer gewiſſermaßen in mehreren beſonderen Rinnen ableiten, iſt die Berechnung der Waſſermengen getrennt durchzuführen [1], S. 738. So wäre z. B. in dem in Fig. 3 gezeichneten Querprofil zunächſt zu beſtimmen: $u_1 = k_1\sqrt{r_1\alpha}$, $u_2 = k_2\sqrt{r_2\alpha}$, $u_3 = k_3\sqrt{r_3\alpha}$, wobei $r_1 = F_1 : p_1$ zu ſetzen, p_1 aber nur bis zur vertikalen Trennungslinie I, I zu meſſen iſt, p_2 von der Trennungslinie I, I bis zu jener II, II u. ſ. w. Es wird dann

$$5.\ Q = u_1 F_1 + u_2 F_2 + u_3 F_3.$$

Das Reſultat iſt ſelbſtverſtändlich nur eine rohe Annäherung.

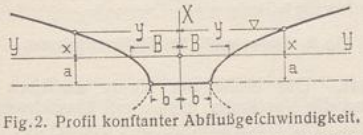


Fig. 2. Profil konſtanter Abflußgeſchwindigkeit.



Fig. 3. Unregelmäßiges Querprofil.

2. **Geſuchtes Querprofil bei Flüſſen.** Hier handelt es ſich meiſtens um trapezoidale oder ſonſt geradlinig begrenzte Profilflächen. Gegeben iſt in der Regel der Böſchungswinkel φ und außerdem die Waſſermenge Q und das relative Gefälle α. Mit den Bezeichnungen der Fig. 4 iſt ſodann $b = B - h \operatorname{cotg}\varphi$; $F = 2Bh - h^2 \cdot \operatorname{cotg}\varphi = 2bh + h^2 \cdot \operatorname{cotg}\varphi$, woraus

$$6.\ B = 0{,}5 \cdot F : h + 0{,}5 \cdot h \operatorname{cotg}\varphi;$$

$$7.\ b = 0{,}5 \cdot F : h - 0{,}5 \cdot h \operatorname{cotg}\varphi;$$

$$8.\ p = 2B + 2h(1 - \cos\varphi) : \sin\varphi = F : h + 2h : \sin\varphi - h \operatorname{cotg}\varphi = 2(b + h : \sin\varphi);$$

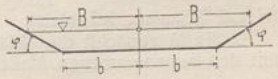


Fig. 4. Trapezoidales Profil.

$$9.\ r = \frac{F}{p} = Fh \cdot \sin\varphi : [F \cdot \sin\varphi + h^2(2 - \cos\varphi)].$$

Iſt die Geſchwindigkeit u zum vornherein gegeben, ſo erhält man $F = Q : u$ als Zahlenwert, und da aus 2. $r = u^2 : k^2\alpha$ folgt, gibt Gleichung 9. mit einem verſuchsweiſe angenommenen Wert von k (man ſetzt in der Regel hierbei erſtmals $k = 50$) einen erſten Näherungswert von h. Mit dieſem beſtimmt man ein neues k und verwendet unter Einſetzung des damit gewonnenen r nochmals Gleichung 9. für Ausrechnung eines weiteren Wertes von h u. ſ. w., bis die erforderliche oder gewünſchte Genauigkeit erreicht iſt. Die Gleichungen 6. und 7. liefern dann B und b und damit die Löſung des Problems.

Iſt das Profil ſo zu geſtalten, daß es der Flößerei oder einer beſtimmten Art von Schiffahrt genügt, ſo muß der Waſſerſtand h im erſten Falle $> 0{,}5$ m, im andern $> 1{,}2$ m ſein, alſo bei der Waſſerführung Q einen ganz beſtimmten Wert annehmen. Das gleiche trifft zu, wenn bei Hochwaſſer die Waſſerhöhe jene Grenze nicht überſteigen darf, bei der gefährliche Geſchiebetransporte erzeugt werden (ſ. Schleppkraft und [2], S. 11). In dieſen Fällen erhält man aus Gleichung 3. die Beziehung

$$10.\ Q = \sqrt{\frac{k^2\alpha F^3}{p}} = \sqrt{\frac{k^2\alpha(2Bh - h^2\operatorname{cotg}\varphi)^3}{2B + 2h(1 - \cos\varphi) : \sin\varphi}}.$$

Hieraus beſtimmt ſich wieder mit verſuchsweiſer Annahme von $k = 50$ ein Näherungswert von B; ſodann mit 6. ein Wert von F und mit 9. ein ſolcher von r, der wieder ein genaueres k liefert, mit dem weiter probiert wird u. ſ. w. Die Wurzel auf der rechten Seite von 10. wird imaginär, wenn $2B < h \operatorname{cotg}\varphi$ iſt, worauf zu achten.

Iſt man weder an die Annahme eines beſtimmten u noch an jene eines beſtimmten h gebunden, ſo kann man das ſogenannte vorteilhafteſte Querprofil F ermitteln, bei dem mit gegebenem Q und α die Maximalgeſchwindigkeit erreicht wird. Letztere tritt ein für das Maximum von r; den betreffenden Wert erhält man aus Gleichung 9., wenn man $\frac{\partial r}{\partial h}$ bildet und das Ergebnis $= 0$ ſetzt. Es folgt

$$11.\ h = \sqrt{\frac{F\sin\varphi}{2 - \cos\varphi}} \quad \text{oder} \quad 12.\ r = \frac{h}{2}.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es kann alſo jedes trapezförmige vorteilhafteſte Querprofil mit der in Fig. 5 gezeichneten Konſtruktion ermittelt werden; aus dem Mittelpunkte des Waſſerſpiegels wird mit dem Halbmeſſer h ein Kreisbogen beſchrieben, den die Sohle horizontal, die Böſchungen unter dem Winkel φ berühren. Aus der Konſtruktion folgt auch ohne weiteres $b = h \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$ [3].

Bei den vorkommenden Rechnungen für übliche Böſchungsverhältniſſe gewährt nachſtehende Tabelle Erleichterung; auch ſei im gleichen Betreff auf [4] und [5] verwieſen.

φ	Relative Böſchung $= \operatorname{cotg} \varphi$	$\sin \varphi$	$\cos \varphi$	$\frac{1}{\sin \varphi}$	$1 - \cos \varphi$	$2 - \cos \varphi$	Nähere Bezeichnung des Profils
90°	0,000	1,000	0,000	1,000	1,000	2,000	Rechteck
45°	1,000	0,707	0,707	1,414	0,293	1,293	Profil mit 1füßiger Böſchung
33° 41′	1,500	0,555	0,832	1,803	0,168	1,168	„ „ $1\frac{1}{2}$ „ „
26° 34′	2,000	0,447	0,894	2,236	0,106	1,106	„ „ 2 „ „
18° 26′	3,000	0,316	0,949	3,163	0,051	1,051	„ „ 3 „ „
14° 2′	4,000	0,243	0,970	4,124	0,030	1,030	„ „ 4 „ „
11° 19′	5,000	0,196	0,981	5,097	0,019	1,019	„ „ 5 „ „

Doppelprofile, wie ſie in der Regel bei Flußkorrektionen angewendet werden, erhalten die in Fig. 6 dargeſtellte Form. Bei Berechnung derſelben für Hochwaſſer iſt (vgl. unter 1) die im Flußſchlauch ſtrömende Waſſermenge abzuſcheiden von jener, welche über die Vorländer fließt; im übrigen ſind beſondere Bedingungen zu erfüllen, die wir am beſten durch ein Beiſpiel erläutern. — Auf einer zu korrigierenden Flußſtrecke ſei $\alpha = 0{,}0016$; es ſoll ein Flußſchlauch mit $1\frac{1}{2}$füßigen gepflaſterten Böſchungen gewählt werden, über deſſen Sohle bei Hochwaſſer die Waſſerhöhe 3 m nicht überſchreiten darf. Die Höhe der Kante zwiſchen der Böſchung und dem Vorland wird auf 1 m beſtimmt und die Vorländer dürfen erſt überſchwemmt werden, wenn die Waſſermenge 30 cbm/sec überſchreitet. Die Hochwaſſermenge beträgt 500 cbm. Die Vorländer ſollen 1,5% Gefälle gegen die Kante des Flußſchlauchs erhalten; ſie ſind von einem Hochwaſſerdamm mit den Innenböſchungen 1 : 2 zu begrenzen; für k ſoll (vgl. Bd. 5, S. 152) der Wert: $k = \frac{100 \cdot \sqrt{r}}{1{,}8 + \sqrt{r}}$ gewählt werden. Die Grenzgeſchwindigkeit bei Hochwaſſer ſei auf 3,5 m/sec feſtgeſetzt.

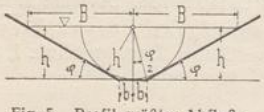


Fig. 5. Profil größter Abflußgeſchwindigkeit.

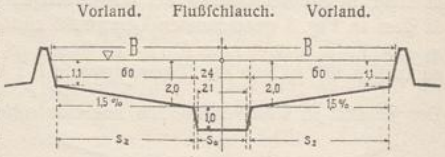


Fig. 6. Doppelprofil bei Flußkorrektionen.

Es iſt zunächſt die Mittelwaſſerrinne für $Q_0 = 30$ cbm zu beſtimmen. Man erhält mit den angenommenen Maßen:

$$F_0 = s_0 + 1{,}5;\ p_0 = s_0 + 2\sqrt{1 + 1{,}5^2} = s_0 + 3{,}60;\ r_0 = \frac{s_0 + 1{,}5}{s_0 + 3{,}6};\ u_0 = \frac{Q_0}{F_0} = k_0 \sqrt{r_0 \alpha},$$

alſo nach Einſetzung obiger Werte:

$$7{,}50 = \frac{(s^0 + 1{,}5)^2}{1{,}8 \cdot s_0 + 1{,}8 \cdot 3{,}6 + \sqrt{(s_0 + 1{,}5)(s_0 + 3{,}6)}},$$

woraus $s_0 = 21$. Damit wird:

$$F_0 = 22{,}5;\ p_0 = 24{,}6;\ r_0 = 0{,}91;\ k_0 = 34{,}5;\ u_0 = 1{,}31;\ Q_0 = \text{rund } 30 \text{ cbm}.$$

Der Anteil an Hochwaſſer, welcher durch den Flußſchlauch bei 3 m Waſſerhöhe abgeführt werden kann, berechnet ſich jetzt wie folgt:

$$F_1 = 3(21 + 3) - 1{,}5 = 70{,}5 \text{ qm};\ p_1 = 24{,}6;\ r_1 = 70{,}5 : 24{,}6 = 2{,}87;\ k_1 = 48{,}4;\ u = 3{,}28;$$
$$Q = 70{,}5 \cdot 3{,}28 = 231{,}24 \text{ cbm}.$$

Die Geſchwindigkeit u bleibt kleiner als 3,5 m/sec; man kann alſo die Hochwaſſerhöhe von 3 m über Sohle beibehalten. Ueber jedes der beiden Vorländer iſt dann an Hochwaſſer abzuleiten: $Q_2 = 0{,}5\,(500 - 231{,}24) = 184{,}38$ cbm.

Entſprechend Gleichung 3. erhält man mit einem Annäherungswert von $k = 40$:

$$\frac{F_2^3}{p_2} = \frac{Q_2^2}{k^2 \alpha} = \frac{184{,}38^2}{40^2 \cdot 0{,}0016} = 13\,280.$$

Wählt man jetzt $s_2 = 60$, ſo iſt mit $h_1 = 2$, $h_2 = 2 - 0{,}015 \cdot 60 = 1{,}1$ und man findet $F_2 = 0{,}5 \cdot 60 \cdot 3{,}1 + 1{,}1^2 = 94{,}21$; $p_2 = 60 + 1{,}1 \cdot \sqrt{5} = 62{,}46$; alſo $\frac{F_2^3}{p_2} = 13\,377$ als zufriedenſtellende Annäherung. Rechnet man mit dieſen Werten, ſo folgt:

$$r_2 = 94{,}21 : 62{,}46 = 1{,}51;\ k_2 = 40{,}6;\ u_2 = 1{,}99;\ Q_2 = 187{,}48 \text{ cbm}.$$

Gegenüber dem Soll von 184,38 cbm ſpielt die Differenz (die von der Wahl einer ganzen Zahl für s_2 herrührt) keine Rolle.

Bei Flüſſen, die weder ſchiffbar noch flößbar ſind, aber zeitweiſe größere Hochwaſſer führen, die im einfachen trapezoidalen Profil abgeleitet werden müſſen, handelt es ſich häufig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

darum, die Böſchungen ſo zu verflachen, daß bei Hochwaſſer eine gewiſſe Waſſerſtandshöhe h und eine beſtimmte Geſchwindigkeit u nicht überſchritten wird. Iſt in dieſem Falle das ſpezifiſche Gefälle $\alpha > 1:2000$, Q die Hochwaſſermenge, h die zuläſſige Waſſerſtandshöhe, s die Sohlenbreite, u die Geſchwindigkeit, ſo hat man aus $u = \frac{100 \cdot r\sqrt{\alpha}}{m + \sqrt{r}}$ die Beziehung für r:

$$13.\quad r = \frac{u^2 + 200 \cdot m\,u\sqrt{\alpha}}{20000 \cdot \alpha} + \sqrt{\left(\frac{u^2 + 200 \cdot m\,u\sqrt{\alpha}}{20000 \cdot \alpha}\right)^2 - \frac{m^2 u^2}{10000 \cdot \alpha}}$$

und, da (vgl. Fig. 7) $p = s + 2h : \sin\varphi$, die Gleichung:

$$r = \frac{F}{p} = \frac{F \cdot \sin\varphi}{s \cdot \sin\varphi + 2h}, \quad \text{woraus:} \quad 14.\ \sin\varphi = \frac{2hr}{F - sr}.$$

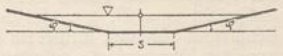


Fig. 7. Profil mit flachen Böſchungen als Hochwaſſerſchutz.

Damit iſt die Böſchungsneigung bekannt. Bedingung für einen reellen Wert von r aus Gleichung 13. iſt im übrigen, daß $u^2 + 200 \cdot m\,u\sqrt{\alpha} > 40000 \cdot m^2 u^2 \alpha$. Die Rechnungen ſind beſonders wichtig für den Fall, wenn teure Uferbefeſtigungen vermieden bezw. die Ufer nur mit Raſen abgedeckt werden wollen.

3. **Geſuchtes Querprofil bei Kanälen.** Soweit es ſich bei dieſen um offene, rechteckige oder trapezoidale Profile handelt, gelten die unter 2. angeführten Beſtimmungsregeln. Häufig werden nach oben offene Profile an der Sohle kreisförmig abgerundet und tangential an den Sohlenkreis geradlinige Böſchungen angeſchloſſen, wie in Fig. 8 dargeſtellt. Iſt R der Radius des Sohlenkreiſes, φ der Böſchungswinkel und b die halbe Waſſerbreite, ſo wird:

$$F = b^2 \cdot \operatorname{tg}\varphi - R^2(\operatorname{tg}\varphi - \varphi);\quad p = \frac{2b}{\cos\varphi} - 2R(\operatorname{tg}\varphi - \varphi);$$

$$r = \frac{F}{p} = \frac{RF \cdot \cos\varphi}{2(F \cdot \cos\varphi + 2bR - b^2 \cdot \sin\varphi)}.$$

Soll das Verhältnis von R zu b ſo geſtaltet werden, daß bei beſtimmter Profilfläche die Anordnung dem Maximum der Geſchwindigkeit bezw. der Waſſermenge entſpricht, ſo muß $R = b \cdot \sin\varphi$ ſein, d. h. der Mittelpunkt des die Böſchungen tangierenden Sohlenkreiſes muß in der Waſſerſpiegelmitte liegen (ſ. Fig. 9). Hiermit erhält man:

$$F = b^2(\sin\varphi \cdot \cos\varphi + \varphi \cdot \sin^2\varphi);\quad p = 2b(\cos\varphi + \varphi \cdot \sin\varphi);\quad \frac{F}{p} = r = b \cdot \frac{\sin\varphi}{2} = \frac{R}{2}.$$

Nach oben geſchloſſene, an den Begrenzungsflächen abgerundete Profile kommen beſonders bei der Kanaliſation der Städte (ſ. Bd. 5, S. 339–341) in den verſchiedenſten Anordnungen zur Verwendung. Am häufigſten trifft man kreisförmige und eiförmige Profile (normaler Anordnung) an; im folgenden ſollen nur dieſe behandelt werden. Hinſichtlich der übrigen häufiger angewendeten Profile verweiſen wir auf [7], S. 412 ff.

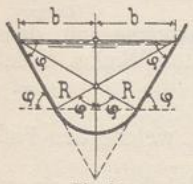


Fig. 8.

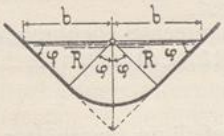


Fig. 9.



Fig. 10.

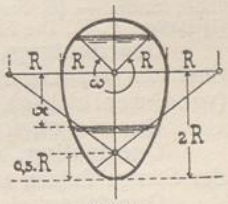


Fig. 11.

Bezeichnet beim kreisförmigen Profile w den Zentriwinkel, welcher der Füllungsſehne entſpricht, R den Radius des Kreiſes, ſo iſt (vgl. Fig. 10):

$$x = R \cdot \sin\left(\frac{w - 180}{2}\right) = -R \cdot \sin\left(90^0 - \frac{w}{2}\right) = -R \cdot \cos\frac{w}{2};$$

und ferner:

$$F = \frac{R^2}{2}(w - \sin w);\quad p = Rw;\quad \frac{F}{p} = r = \frac{R(w - \sin w)}{2w}.$$

Das Maximum der Geſchwindigkeit der Waſſerſtrömung tritt ein, wenn $\operatorname{tg} w = w$, alſo für $w = 257^1/_2{}^0$; das Maximum der Waſſermenge läuft durch das Profil, wenn $w(3 \cdot \cos w - 2) = \sin w$, d. h. wenn $w = 308^0$.

Für die verſchiedenen Werte von w erhält man folgende Tabelle:

$w =$	Waſſerquerſchnitt $F =$	Benetzter Umfang $p =$	Profilradius $r = \frac{F}{p}$	Geſchwindigkeit $v =$	Waſſermenge $Q =$	Bemerkungen
180^0	$1{,}571 \cdot R^2$	$3{,}142 \cdot R$	$0{,}500 \cdot R$	$0{,}707 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$1{,}111 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	Halbkreisprofil
$257^1/_2{}^0$	$2{,}735 \cdot R^2$	$4{,}493 \cdot R$	$0{,}609 \cdot R$	$0{,}780 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$2{,}133 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	Profil { Geſchwindigkeit
308^0	$3{,}082 \cdot R^2$	$5{,}379 \cdot R$	$0{,}573 \cdot R$	$0{,}757 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$2{,}333 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	größter { Waſſermenge
360^0	$3{,}142 \cdot R^2$	$6{,}283 \cdot R$	$0{,}500 \cdot R$	$0{,}707 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$2{,}221 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	Gefülltes Kreisprofil

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim normalen Eiprofil ift die lichte Breite in Kämpferhöhe gleich zwei Dritteln der lichten Profilhöhe felbft (f. Fig. 11). Für eine beliebige Füllung des Profils in der Diftanz x unterhalb der Kämpferlinie hat man bis $x = 1{,}5 \cdot R$ den entfprechenden Waffferquerfchnitt F_x:

$$F_x = R^2 \left[3{,}023 - 9 \cdot \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x}{3R}\right)\right] + Rx \left[4 - 3\sqrt{1 - \left(\frac{x}{3R}\right)^2}\right],$$

$$p_x = R \left[4{,}788 - 6 \cdot \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x}{3R}\right)\right].$$

Das Maximum der Gefchwindigkeit im Profile tritt ein, wenn der Waffferftand oberhalb der Kämpferlinie einem Zentriwinkel $w = 248\frac{1}{2}^0$ entfpricht; dem Maximum der Waffermenge entfpricht $w = 297\frac{1}{2}^0$. In der nachfolgenden Tabelle find die Werte von Waffferquerfchnitt, benetztem Umfang, mittlerem Profilradius, Gefchwindigkeit und Waffermenge für Waffferftände von der Kämpferlinie aufwärts zufammengeftellt:

$w =$	Waffer-querfchnitt $F =$	Benetzter Umfang $p =$	Profilradius $r = \frac{F}{p}$	Gefchwindig-keit $v =$	Waffermenge $Q =$	Bemerkungen
180^0	$3{,}023 \cdot R^2$	$4{,}788 \cdot R$	$0{,}631 \cdot R$	$0{,}795 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$2{,}400 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	Kämpferfüllung
$248\frac{1}{2}^0$	$4{,}086 \cdot R^2$	$5{,}984 \cdot R$	$0{,}683 \cdot R$	$0{,}826 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$3{,}377 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	Profil { Gefchwindigkeit
$297\frac{1}{2}^0$	$4{,}493 \cdot R^2$	$6{,}841 \cdot R$	$0{,}657 \cdot R$	$0{,}810 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$3{,}641 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	größter { Waffermenge
360^0	$4{,}594 \cdot R^2$	$7{,}930 \cdot R$	$0{,}579 \cdot R$	$0{,}761 \cdot k\sqrt{R\alpha}$	$3{,}496 \cdot k\sqrt{R^5\alpha}$	Gefülltes Eiprofil

Die Dimenfionierung bei gegebener Waffermenge Q, gegebenem Gefälle α und beftimmtem Füllungsgrade erfolgt durch Ermittlung von R, indem vorher der entfprechende Wert von k beftimmt, als Funktion von R in die Formel für Q eingefetzt und fodann R durch Probieren gefunden wird.

Für Flußquerprofile ift vielfach die Trapezform bezw. das Doppelprofil, wie es Fig. 6 zeigt, als unzweckmäßig erachtet worden; indeffen dürfte dies fchwerlich dazu führen, diefe bewährte Geftalt für neu herzuftellende Profile aufzugeben [2], § 8, S. 17. Bei den Kanalprofilen hat das Beftreben, Neues zu fchaffen, gar oft recht fonderbare und ihrer Koftfpieligkeit wegen unpraktifche Profilformen erzeugt [7]; es muß dies zur Warnung vor blinder Nachahmung erwähnt werden. Wegen der Verficherung der Sohlen, Böfchungen u. f. w. von Querprofilen f. Flußregulierung, Gebirgsflußregulierung, Kanalifation der Städte, Schiffahrtskanäle, Uferdeckwerke. Vgl. a. Schleppkraft.

Literatur: [1] Grashof, F., Hydraulik, Leipzig 1875. — [2] Handbuch der Ingenieurwiffenfchaften, dritter Teil (Waffferbau), Bd. 6, Leipzig 1907. — [3] Lueger, O., Die Waffferverforgung der Städte, Darmftadt 1895. — [4] Kresnik, Hydrologifche Tafel, Wien 1892. — [5] Lhota, Graphifche Beftimmung der Profildimenfionen, Zeitfchr. d. Oefterr. Ing. u. Arch.-Ver. 1884, S. 66. — [6] Frank, Berechnung der Kanäle und Rohrleitungen, München 1886. — [7] Büfing, F. W., Die Städtereinigung, Stuttgart 1897. *Lueger.*

Querrichtung, im Bergbau, die wagerechte Richtung, welche mit dem Streichen der Lagerftätte (vgl. Erzlagerftätten) einen rechten Winkel bildet (vgl. Querfchlag). *Treptow.*

Querriegel, f. Netzriegel.

Querfahling, am Top des Maftes befeftigte Querhölzer, welche den Fuß der Stenge ftützen (f. Bemaftung).

Querfchenkel (Querfries, Querriegel), wagerechtes Holzftück an einem Kreuze, an Türen und Fenftern.

Querfchermafchine, f. Tuchfabrikation.

Querfchlag, im Bergbau, allgemein eine Strecke, welche nicht in der Lagerftätte, fondern im Neben- oder Quergeftein getrieben ift, im befonderen eine Strecke, welche fenkrecht zur Streichrichtung der Lagerftätte angelegt ift.

Querfchnitt (Querdurchfchnitt oder Querprofil), ein in Bauzeichnungen fenkrecht zur Längsrichtung geführter Schnitt durch einen Gegenftand, fei es ein einzelner Bauftein, Balken, Dachftuhl oder ein ganzes Gebäude. In demfelben ftellen fich die innere Befchaffenheit fowie die genauen Abmeffungen der Höhe und Breite des Gegenftandes dar. S. Durchfchnitt. *Weinbrenner.*

Querfchnitt eines Stabes, einer Mauer, eines Pfeilers u. f. w. heißt ein ebener Schnitt fenkrecht zur Achfe jenes Körpers, wobei letztere die Schwerpunkte aller Querfchnitte enthält (vgl. Achfe eines Stabes) und gerade oder gekrümmt fein kann. Bei ftabförmigen Trägern (f. Balken, Bogen, Blechträger, Gitterträger u. f. w.) fällt mitunter die von vornherein angenommene „Achfe" infolge der nachher gewählten Gurtungsquerfchnitte nicht überall genau mit den Schwerpunkten der fenkrecht zu ihr gedachten Schnitte zufammen, was jedoch möglichft zu vermeiden ift. Im weiteren Sinne bezeichnet man als Quer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchnitte meiſt ſolche Schnitte durch gegebene Objekte (Häuſer, Flüſſe, Bahnkörper u. ſ. w.), welche ſenkrecht zur Hauptrichtung derſelben geführt ſind (vgl. Querprofil). Bei Betrachtung tropfbarer oder gasförmiger Flüſſigkeiten in Röhren, Behältern, Dampfzylindern u. ſ. w. wird gewöhnlich nur der für die Flüſſigkeit freie Querſchnitt oder deſſen Flächeninhalt Querſchnitt der Röhre des Behälters u. ſ. w. genannt, man hat eben den Querſchnitt der Flüſſigkeit im Auge. Auch ſonſt entſpricht die Bezeichnung Querſchnitt häufig dem Flächeninhalt der Querſchnitte. *Weyrauch.*

Querſchnittsbelaſtung, ſ. Querdichte.

Querſchnittsmaße bei der Eiſenbahn, ſ. Bahnprofil, Eiſenbahnbetrieb II, X, Lademaß.

Querſchott, eine aus Blechen und Verſteifungswinkeln gebaute, von Bord zu Bord reichende Querwand (ſ. Schiffbau).

Querſchubſpannung, ſ. Biegung, Bd. 1, S. 798.

Querſchwelle, ſ. Roſt, liegender, und Oberbau.

Querſpant, ſ. Schiffbau.

Querträger, ſ. Fahrbahngerippe eiſerner Brücken; vgl. Brücken, eiſerne, und Zwiſchenträger.

Quertritt, lange, kurze, ſ. Weberei.

Querverbände, laſtverteilende, oder übertragende Querverſpannungen nach Gerbers Ausdruck, heißen quer zu drei oder mehr Hauptträgern einer Konſtruktion liegende, nur mit dieſen in Verbindung befindliche (nicht auf feſten Unterlagen ruhende) ſekundäre Träger, durch welche neben gegenſeitiger Verſteifung der Hauptträger eine Verteilung der Laſten auf dieſelben bewirkt werden ſoll. Die Berechnung ſolcher ſtatiſch unbeſtimmter Tragwerke erfolgt meiſt unter vereinfachenden Annahmen, was berechtigt iſt, wenn dieſe jedenfalls zu ungünſtige Reſultate liefern und die Querſchnitte ohnehin größer als rechnungsmäßig nötig gewählt werden. Jedoch haben die fraglichen Konſtruktionen auch genauere theoretiſche Behandlungen erfahren [1]—[3].

Literatur: [1] Freitag, Vereinfachung in der ſtatiſchen Beſtimmung elaſtiſcher Balkenträger, Leipzig 1892. — [2] Zſchetzſche, Theorie laſtverteilender Querverbände, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 553, 572, 588, 607 (allgemein). — [3] Riedenauer, Trägerwerke mit elaſtiſchen Stützen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 666. — S. auch Balken, durchlaufende. *Weyrauch.*

Querverbindung, der Verband eines Dachſtuhles (ſ. d.), wie er durch die Spannriegel und Zangen ſowie Streben und Büge bewirkt wird.

Querverſtrebungen eiſerner Brücken, die in lotrechten oder geneigten Ebenen angebrachten Verbindungen der Tragwände (Hauptträger) eines Brückenüberbaues, welche im Zuſammenhange mit dem Horizontalverbande oder der Windverſtrebung den Querverband des Brückenüberbaues bilden.

Letzterer hat den Zweck, die in wagerechter, zur Brückenachſe ſenkrechter Richtung angreifenden äußeren Kräfte aufzunehmen und einer mit Schiefſtellung der Tragwände verbundenen Verzerrung des Brückenquerſchnittes entgegenzuwirken. Angreifende Kräfte ſind: der Winddruck auf den Brückenüberbau und auf die Fahrzeuge, ferner bei Eiſenbahnbrücken die Seitendrücke der Lokomotiven und Wagen und bei in der Krümmung gelegenem Gleiſe die Zentrifugalkraft.

Die Verſtrebung in den Querebenen des Brückenüberbaues wird entweder durch gekreuzte Streben (Andreaskreuze) oder durch Ausbildung ſteifer Querrahmen erzielt. Die Anordnung richtet ſich hauptſächlich nach der Lage der Fahrbahn zu den Hauptträgern, inſoferne nämlich der lichte Durchfahrtsraum im Querprofile von der Verſtrebung frei zu halten iſt.

Bei oben über den Hauptträgern liegender Fahrbahn können in der ganzen Höhe der Tragwände Querverſtrebungen angebracht werden. Gewöhnlich ſind hier auch zwei Windverbände, die in den Flächen der Hauptträgergurtungen liegen, vorhanden. Der Ueberbau bildet aber dann ein vielfach ſtatiſch unbeſtimmtes räumliches Syſtem, und es wird die Laſtverteilung auf die beiden Windverbände durch die Querverſtrebung beeinflußt. Dies wird vermieden, wenn entweder bloß ein Windverband, zweckmäßig der obere, unmittelbar unter der Fahrbahn gelegene, angeordnet wird, welcher durch Vermittlung der Querverſteifungen ſämtliche auf den Brückenüberbau einwirkende wagerechte Kräfte aufzunehmen hat, oder wenn bei Anordnung zweier Windverbände die Querverſtrebungen weggelaſſen und nur auf kräftige Querausſteifungen über den Trägerauflagern beſchränkt werden, welchen die Aufgabe zufällt, den Stützendruck der oberen Windverſtrebung auf die Auflagerpunkte zu übertragen. Die Formen, welche die Querverſtrebungen bei obenliegender Fahrbahn je nach der Höhe und dem Abſtande der Hauptträger erhalten, ſind in den Linienſkizzen Fig. 1 a—f dargeſtellt.

Bei unten zwiſchen den Hauptträgern liegender Fahrbahn wird bei ausreichender Tragwandhöhe immer ein oberer und unterer, in den Flächen der Hauptträgergurtungen liegender

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Windverband gegeben. Man erhält dadurch eine im Querſchnitt geſchloſſene Brücke (Fig. 2a—d). Bei Anordnung ſteifer Pfoſten oder Querriegel im Windverbande und biegungsſteifer rahmenförmiger Portale über den Trägerſtützen wird eine ausreichende Querabſteifung

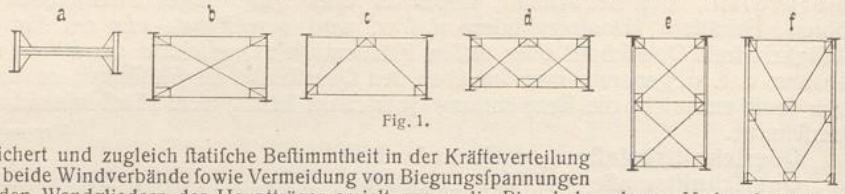


Fig. 1.

geſichert und zugleich ſtatiſche Beſtimmtheit in der Kräfteverteilung auf beide Windverbände ſowie Vermeidung von Biegungsſpannungen in den Wandgliedern der Hauptträger erzielt, wenn die Riegel des oberen Verbandes und desgleichen auch die Querträger gelenkig an die Hauptträger angeſchloſſen werden. Gewöhnlich wird aber ein feſter Nietanſchluß durchgeführt und es werden die oberen Querriegel ſogar noch gegen die Hauptträger durch Eckabſteifungen abgeſtrebt oder durch bogenförmigen Anſchluß mit den Wandſtäben der Hauptträger zu Steifrahmen verbunden. Bei großer Trägerhöhe legt man unter die Riegel auch noch einfache oder mehrfache Kreuzverſtrebungen (Andreaskreuze), welche bis zu der durch das lichte Durchfahrtsprofil beſtimmten Höhe herabgeführt werden. Solche kräftige Querverſtrebungen wirken zwar günſtig für die ſeitliche Steifigkeit des ganzen Ueberbaues und der Druckglieder der Hauptträger, ſie verurſachen aber für den Beſchauer ein ſtörendes Liniengewirr und haben ſtatiſche Unbeſtimmtheiten im Gefolge. — Kann bei Trägern mit polygonalen Gurten der obere Windverband wegen Freihaltung der lichten Durchfahrtshöhe nicht bis ans Trägerende geführt werden, ſo iſt derſelbe an ſeiner Endigung durch ſteife Querrahmen an den unteren Horizontalverband anzuſchließen (Fig. 3). Sonſt wird man bei größerer Trägerhöhe den oberen Verband nur bei ſolchen Tragwerkskonſtruktionen weglaſſen, deren in den Obergurtknoten zuſammentreffende Stäbe ausſchließich oder vorwiegend auf Zug beanſprucht ſind, wie dies bei Hängeträgern oder dreigurtigen Auslegerträgern der Fall iſt.

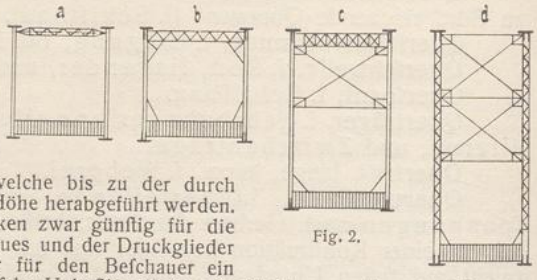


Fig. 2.

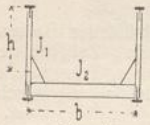


Fig. 4.

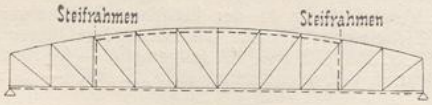


Fig. 3.

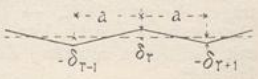


Fig. 5.

Kann bei einer Balkenbrücke mit untenliegender Fahrbahn mangels genügender Höhe der Tragwände kein oberer Querverband angebracht werden, ſo entſteht eine ſogenannte offene oder Trogbrücke (Fig. 4). Die Seitenſteifigkeit des Brückenüberbaues iſt in dieſem Falle durch ſteife Querrahmen in Verbindung mit einem unter der Fahrbahn angebrachten horizontalen Strebenverbande zu ſichern. Die Querrahmen ſind oben offene Rahmen, die aus den Ständern oder Streben der Hauptträger und den damit feſtverbundenen Querträgern beſtehen. In einigen Beiſpielen hat man die Querträger durch beſondere ſteife Querpfoſten erſetzt und erſtere dann beweglich gelagert, um auf die Rahmen keine Formänderungen durch die lotrechte Belaſtung zu übertragen [3]. Die Querrahmen werden von dem auf die überragenden Teile der Hauptträger wirkenden Winddrucke beanſprucht, und ſie haben ferner die Aufgabe, dieſe Teile, falls ſie Druckkräfte aufzunehmen haben (bei Balkenträgern, überhöhten Bogenträgern), gegen ſeitliches Ausknicken zu ſichern. Je ſchwächer die Querrahmen ſind, deſto ſtärker müſſen die Hauptträgergurte ausgeführt werden und umgekehrt. Eine genaue Berechnung iſt aber nur unter gewiſſen vereinfachenden Vorausſetzungen möglich.

So kann man zunächſt unter Annahme von an den Querrahmen durch Kugelgelenke verbundenen Gurtſtäben, die polygonal um $\delta_{r-1}\,\delta_r\,\delta_{r+1}\ldots$ ausknicken (Fig. 5), und mit Außerachtlaſſung des Einfluſſes der Wandglieder für jeden Knotenpunkt die Gleichgewichtsgleichung aufſtellen $\frac{O_r}{a}(\delta_r-\delta_{r-1})+\frac{O_{r+1}}{a}(\delta_r-\delta_{r-1})=W=A\,\delta_r$, worin O_r und O_{r+1} die wagerechten Komponenten der Gurtſtabkräfte im r und $(r+1)$ten Fache, a die Fachweite und W die Widerſtandskraft des um δ_r ausgebogenen Querrahmens bezeichnet. Letztere iſt dieſer Ausbiegung δ_r und einer Größe A proportional, welche jene Kraft darſtellt, die eine Ausbiegung $\delta=1$ hervorrufen würde. Setzt man bei ſymmetriſcher Anordnung für die Trägermitte $O_r=O_{r+1}=O$ und $\delta_{r-1}=\delta_{r+1}=-\delta_r$, ſo erhält man für die erforderliche Steifigkeit des mittleren Querrahmens mit Rückſicht auf eine $n$fache Sicherheit

$$A=n\cdot 4\,O:a. \qquad 1.$$

Werden durchlaufende Hauptträgergurtungen von unendlich großem Trägheitsmomente vorausgeſetzt, welche nicht knicken, ſondern ſich nur in ihrer ganzen Länge verdrehen können, ſo findet man für die erforderliche größte Querſteifigkeit eines Rahmens bei $n$facher Sicherheit

$$A=n\cdot 8\,O\,a:l^2 \qquad 2.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unter l die Spannweite der Hauptträger verſtanden. Dem wirklich vorkommenden Falle, wo die Hauptträgergurte ein endliches Trägheitsmoment J (in horizontaler Richtung) beſitzen, wird ein zwiſchen 1. und 2. liegendes Reſultat entſprechen; es iſt aber für denſelben nur eine angenäherte Behandlung möglich, und Engeſſer [2] berechnet die erforderliche Rahmenſteifigkeit unter Annahme ſtetig verteilter Rahmenreaktionen mit

$$A = n^2 O^2 a : 4 E J. \qquad 3.$$

Die Größe A iſt von den Rahmenmaßen abhängig. Bei konſtantem Trägheitsmomente J_1 bezw. J_2 von Ständer und Querträger, ferner bei der Hauptträgerentfernung b und der freien Höhe h der Ständer iſt $A = E : \left(\frac{h^2 b}{2 J_2} + \frac{h^3}{3 J_1}\right)$; hieraus folgt das erforderliche Trägheitsmoment des Ständers $J_1 = 1 : \left[\frac{3E}{Ah^3} - \frac{3b}{2 J_2 h}\right]$. Der untere Grenzwert der Ständerſteifigkeit wird hiernach für $J_2 = \infty \ldots J_1 = \frac{A h^3}{3E}$, jener der Querträgerſteifigkeit für $J_1 = \infty \ldots J_2 = \frac{A b h^2}{2E}$. Für A iſt hierin der Ausdruck 3. oder ein Mittelwert zwiſchen 1. und 2. einzuſetzen. Haben die Ständer des Hauptträgers auch eine Druckkraft V aufzunehmen, ſo kann in die obigen Formeln anſtatt J_1 geſetzt werden $J'_1 = J_1 - n \frac{V H^2}{\pi^2 E}$, worin H die freie Knicklänge der Ständer bezeichnet.

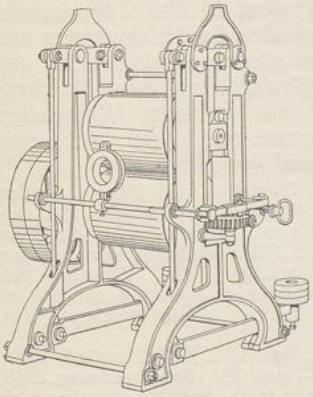
Literatur: [1] Winkler, E., Vorträge über Brückenbau, IV, 4. Querkonſtruktionen der eiſernen Brücken, Wien 1882. — [2] Engeſſer, Die Zuſatzkräfte und Nebenſpannungen eiſerner Fachwerkbrücken (II, S. 141 ff.), Berlin 1892. — [3] Kipperbrücke der ſächſ. Schmalſpurbahn, Zivilingenieur 1886, S. 62. — [4] Häfeler, E., Der Brückenbau, I, 4. Lieferung, 2. Hälfte, Braunſchweig 1903.

Melan.

Querwerke (Querdämme), ſ. v. w. Buhnen (ſ. d.), Traverſen (ſ. d.), Hinſichtlich der Konſtruktion ſ. a. Flußregulierung und Parallelwerk.

Quetſche, beim Oberharzer Bergbau 1. einfache Vorrichtung, um ein im Schachte hängendes Förderſeil an der Hängebank feſtzuhalten (ſ. Loskorb); 2. Fangvorrichtung an Schachtgeſtängen, Fangquetſche, beſtehend aus keilförmigen, an dem Geſtänge befeſtigten Hölzern und ſtarken, keilnutförmigen Lagern (ſ. a. Kraftübertragung im Bergbau). *Treptow.*

Quetſchgrenze, ſ. Druckelaſtizität, Bd. 3, S. 117; vgl. Fließgrenze.



Quetſchmaſchine, Vorrichtung zur Entfernung überſchüſſiger Flüſſigkeiten aus Zeugen, Garnen u. ſ. w. Sie beſteht im Prinzip aus zwei gegeneinander gepreßten Walzen, zwiſchen welchen die auszuquetſchenden Stoffe hindurchgeführt werden (vgl. Ausringmaſchinen, Kalander).

Eine für Stückware in Strangform vielfach im Gebrauche ſtehende Quetſchmaſchine (ſ. die Figur) beſteht aus zwei in einem ſtarken Eiſengeſtell gelagerten Walzen, wovon die untere den Antrieb trägt; ferner ſind ſelbſttätig bewegliche Porzellanaugen angebracht, durch welche die Ware läuft und während des Ganges hin und her geführt wird, damit keine ungleichmäßige Abnutzung der Quetſchwalzen auftritt. *A. Singer.*

Quetſchmühle, eine Zerkleinerungsmaſchine, durch die Körner nicht, wie es bei den Schrotmühlen der Fall iſt, mehr oder weniger fein zermahlen, ſondern nur gequetſcht werden.

Die Quetſchung erfolgt durch zwei Walzen mit ungleichem oder demſelben Durchmeſſer, die enger oder weiter zueinander angeſtellt werden können. Die hauptſächlichſte Verwendung finden die Quetſchmühlen beim Quetſchen von Grünmalz, dann auch von Hafer. Bezugsquellen: Hofherr & Schrantz in Wien, H. F. Eckert, A.-G. in Berlin, auf deren Kataloge wir verweiſen. *Wrobel.*

Quickbrei (Quickfaß), ſ. Silber.

Quickmühle, ſ. Aufbereitung, chemiſche, Bd. 1, S. 349.

Quickwaſſer, Löſung von 4 g ſalpeterſauerm Queckſilberoxyd mit 10 g Salpeterſäure in 10 kg Waſſer.

Es dient zur Herſtellung eines äußerſt dünnen Queckſilberüberzugs auf Kupfer und Kupferlegierungen, um ſie für Gold oder Silber bei der Vergoldung bezw. Verſilberung aufnahmefähig zu machen. Die Gegenſtände werden in das Quickwaſſer eingetaucht oder mit der Kratzbürſte abgerieben. *A. Widmaier.*

Quintal, in Frankreich metriſcher Zentner = 100 kg.

Der alte ſpaniſche Quintal zu 46,014 kg iſt noch vielfach in Gebrauch in Mexiko, den Vereinigten Staaten von Zentralamerika, Weſtindien und Südamerika außer Braſilien; dort wird das portugieſiſche Quintal zu 58,752 kg benutzt. *Plato.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.

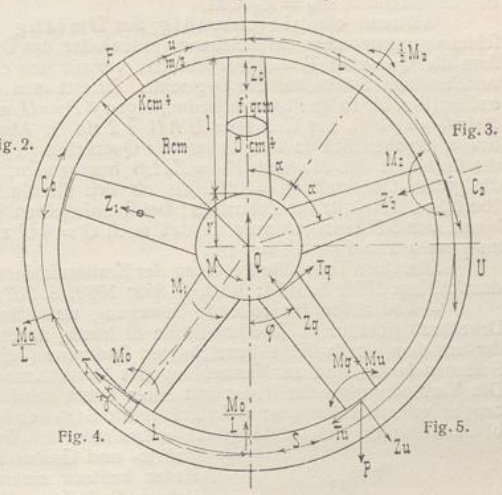


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

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.

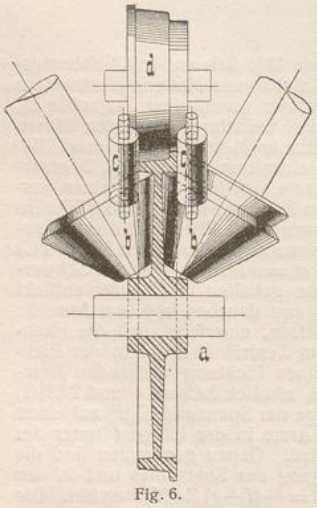


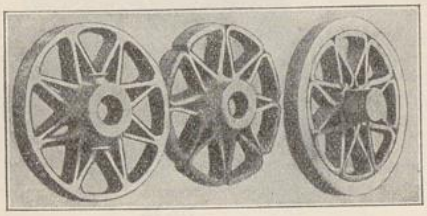
Fig. 6.

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.

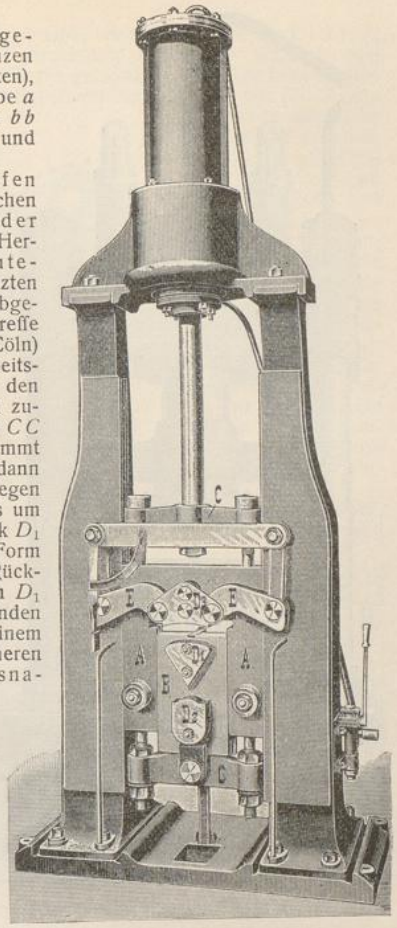


Fig. 7.

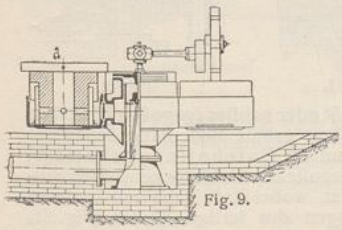


Fig. 9.

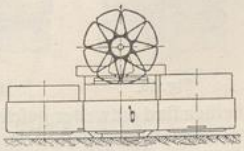


Fig. 10.

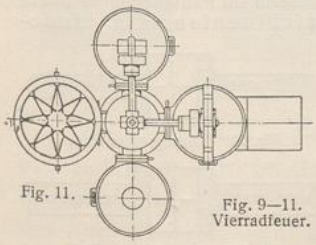


Fig. 11.

Fig. 9—11. Vierradfeuer.

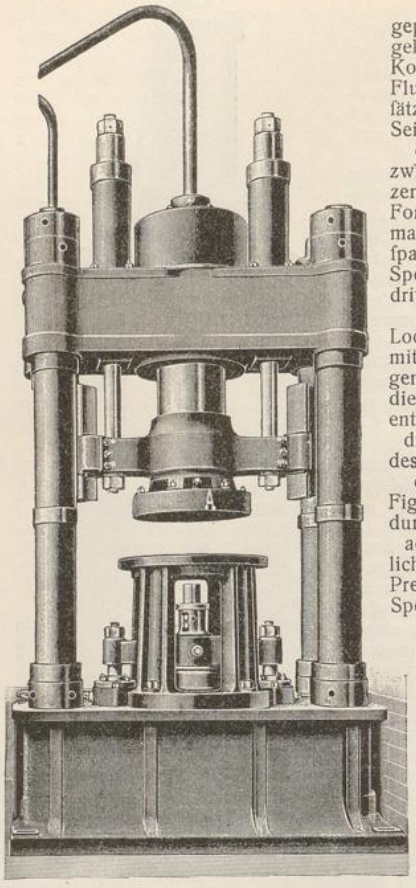


Fig. 12.

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.

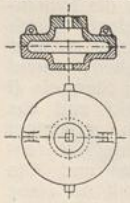


Fig. 14.

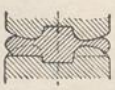


Fig. 15.

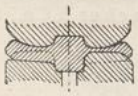


Fig. 16.

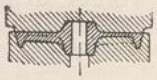


Fig. 17.

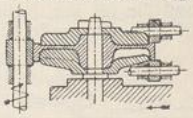


Fig. 18.

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

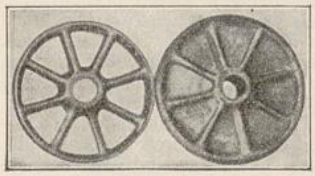


Fig. 19b. Fig. 19a.

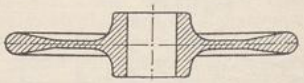


Fig. 20. Vorgepreßtes Rad.

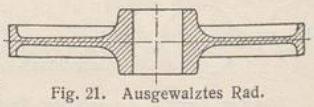


Fig. 21. Ausgewalztes Rad.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

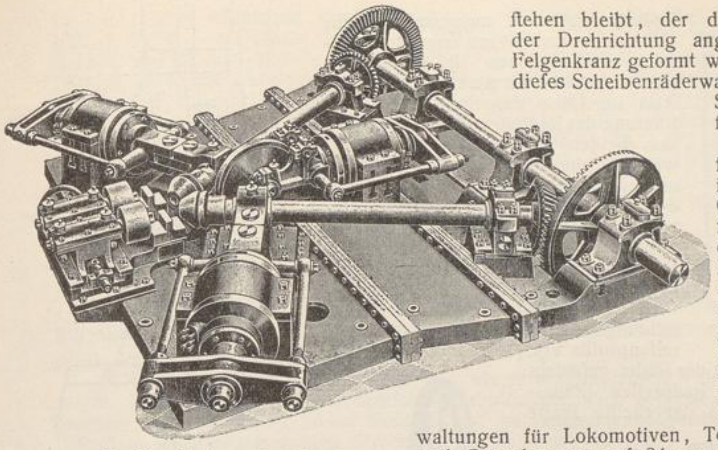


Fig. 22. Scheibenräderwalzwerk.

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.

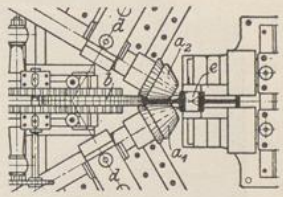


Fig. 23.



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

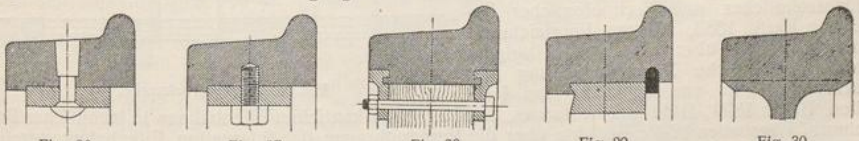


Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30.

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.

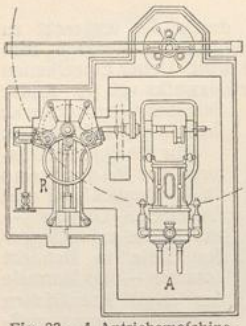


Fig. 33. *A* Antriebsmaſchine. *R* Radreifen.

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

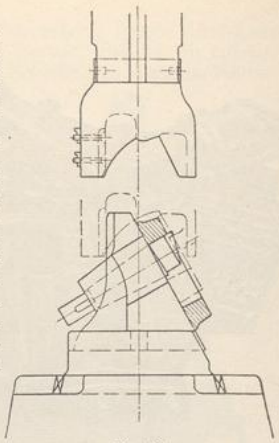


Fig. 31.

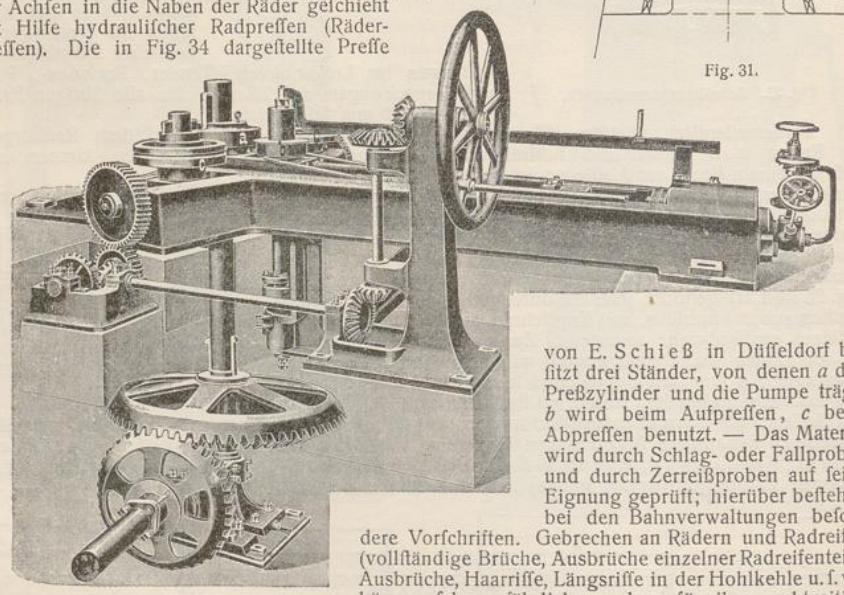


Fig 32.

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.

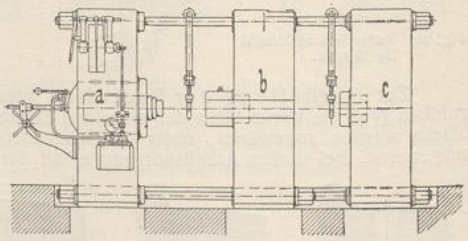


Fig. 34. Waſſerdruckpreſſe.

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.

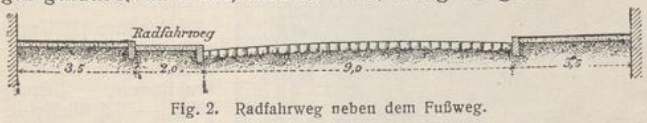


Fig. 2. Radfahrweg neben dem Fußweg.

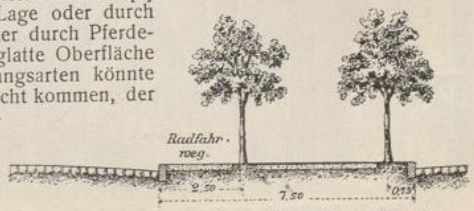


Fig. 3. Radfahrweg neben mittlerer Baumpflanzung.

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.*

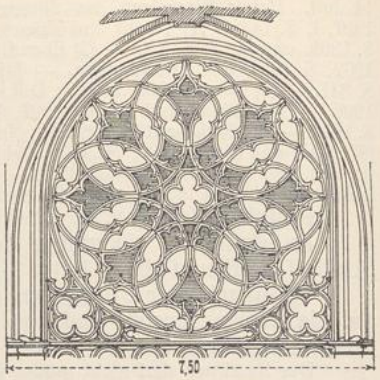


Fig. 3. Fenſterroſe in St. Merry-Paris (16. Jahrhundert).

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.

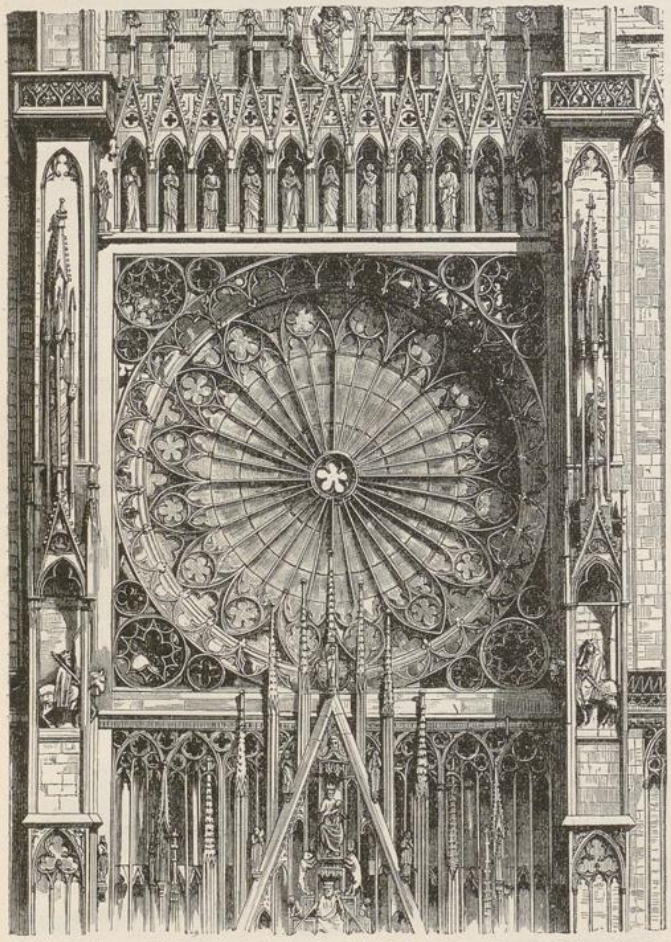


Fig. 2. Fenſterroſe an der Erwin-Faſſade des Straßburger Münſters.



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.

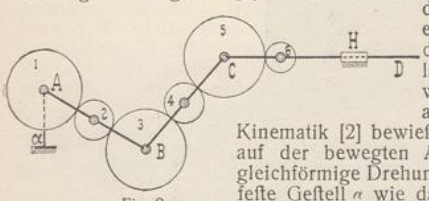


Fig. 2.

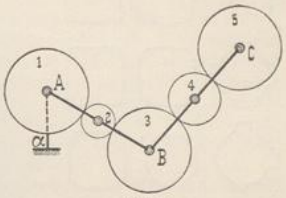


Fig. 1.

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.*

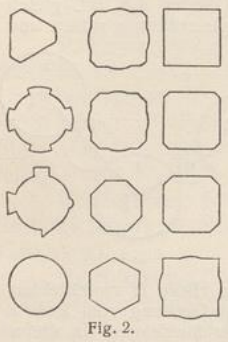


Fig. 2.

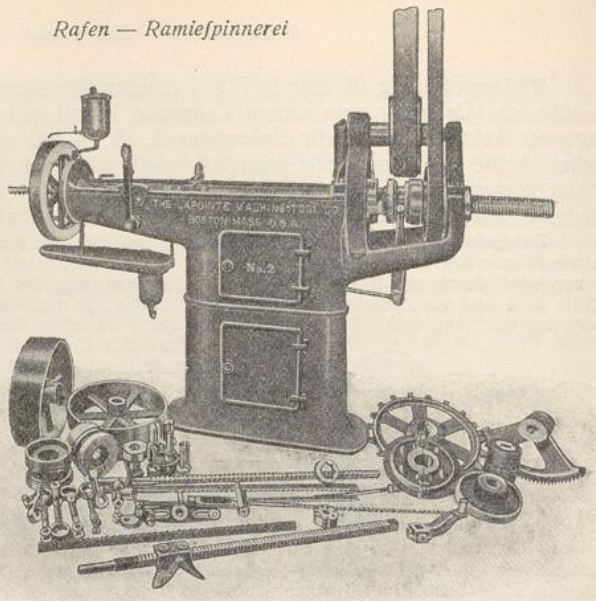


Fig. 1.

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.

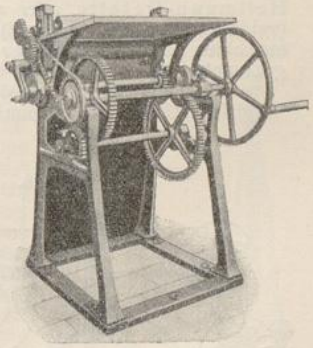


Fig. 1.

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,

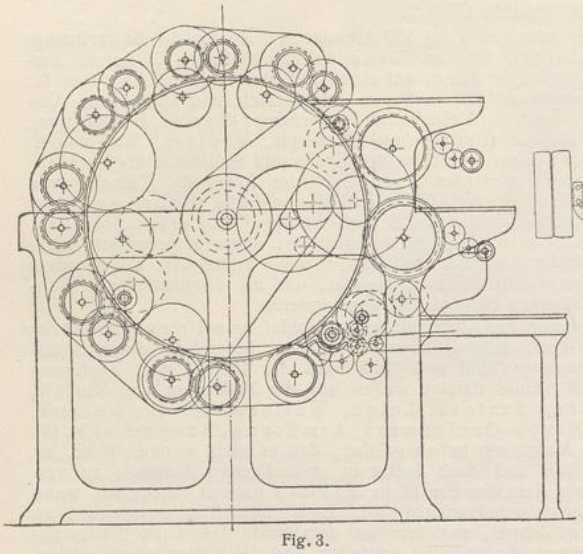


Fig. 3.

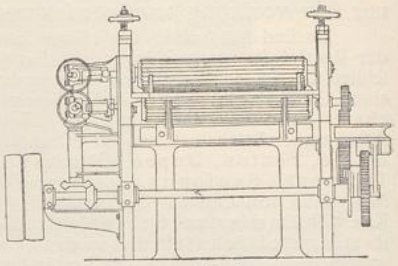


Fig. 2.

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.

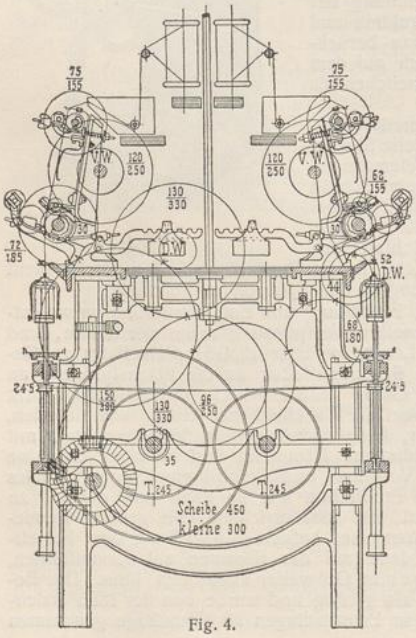


Fig. 4.

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.

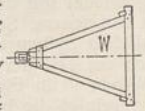


Fig. 2a.

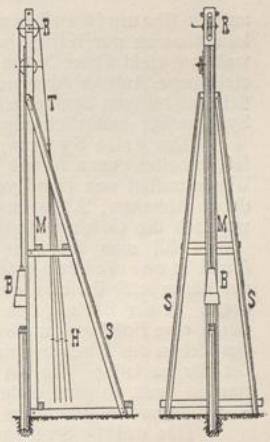


Fig. 2.

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.

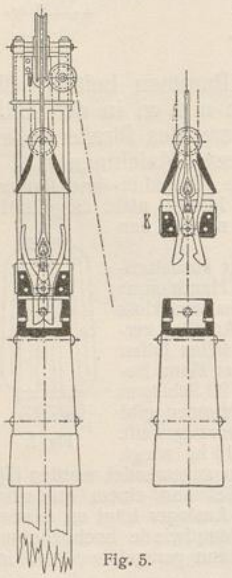


Fig. 5.

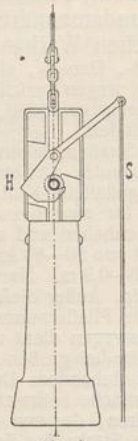


Fig. 4.

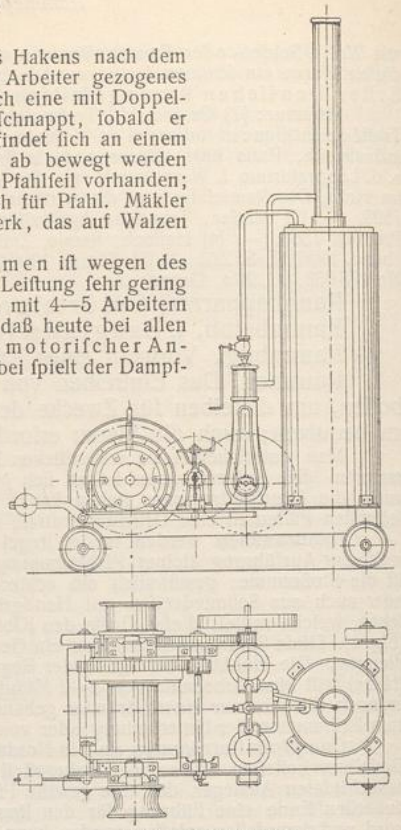


Fig. 6. Univerſalwinde.

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

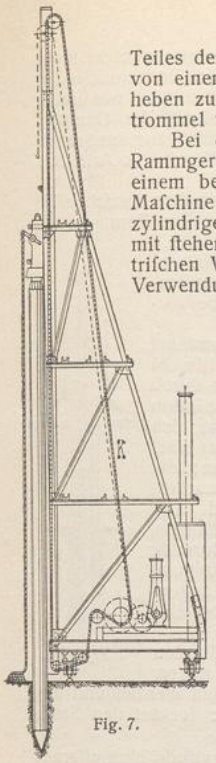


Fig. 7.

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.

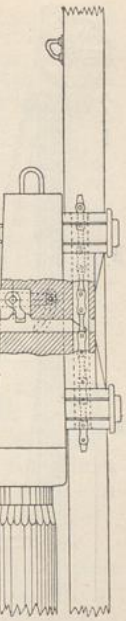


Fig. 7a. Rammbär für endlose Kette.

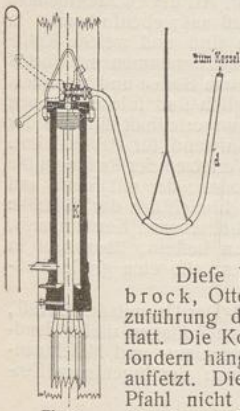


Fig. 8.

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.

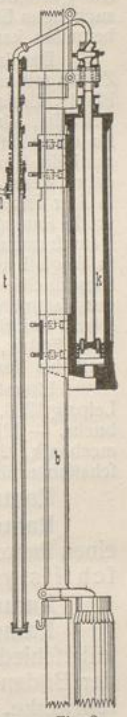


Fig. 9.

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,

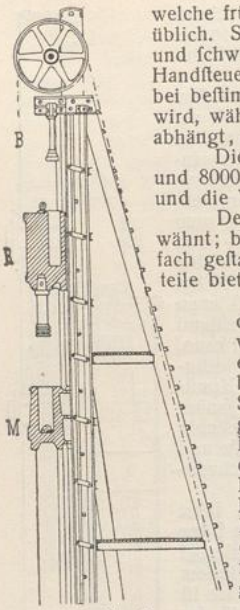


Fig. 11.

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.

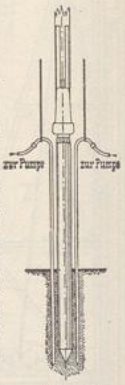


Fig. 10.

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.*

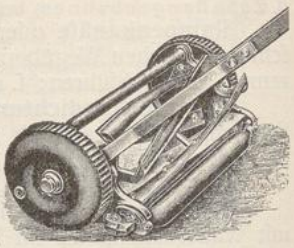
Rafeneifenftein, f. Brauneifenerz.

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

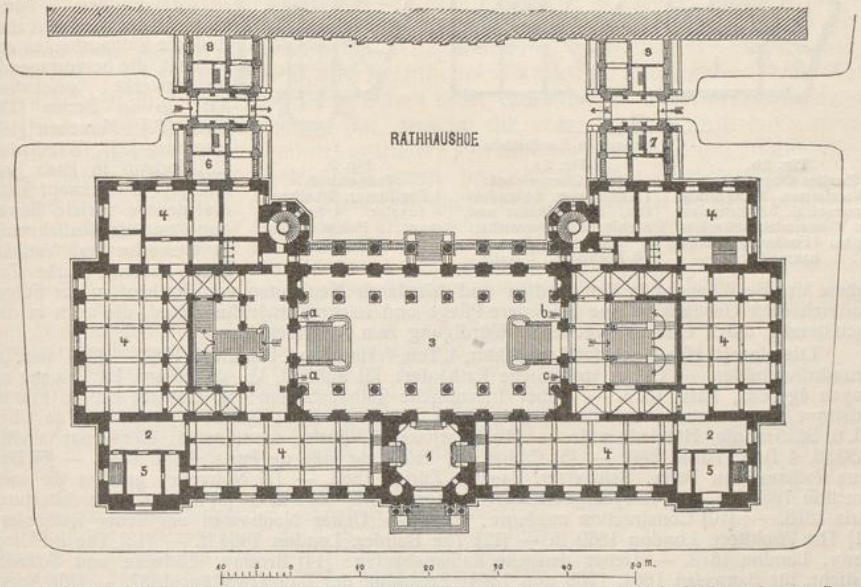


Fig. 1. Erdgeſchoß des Rathauſes in Hamburg. 1 Turmhalle. 2 Vorzimmer. 3 Große Halle; *a* innerer Zugang zum Ratsweinkeller; *b* Zugang zum Kaſtellan; *c* Zugang zum Archiv. 4 Verwaltungsbureaus. 5 Sitzungszimmer. 6 und 7 Wohnungen des Wirts bezw. des Kaſtellans. 8 und 9 Polizeiwache bezw. Militärwache.

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,

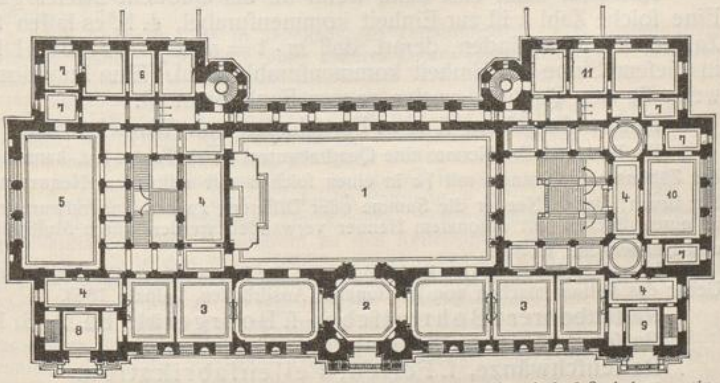
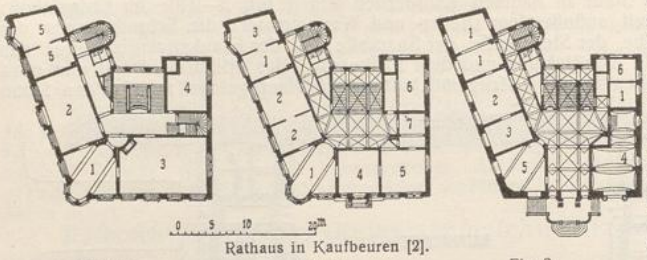


Fig. 1 a. Hauptgeſchoß des Rathauſes in Hamburg. 1 Großer Rathausſaal. 2 Saal der gemeinſchaftlichen Kommiſſionen. 3 Konferenzſaal. 4 Vorräume. 5 Sitzungsſaal der Bürgerſchaft. 6 Kanzlei der Bürgerſchaft. 7 Sprechzimmer. 8 Bürgerausſchuß. 9 Bürgermeiſter. 10 Ratsſtube. 11 Senatskanzlei.

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.

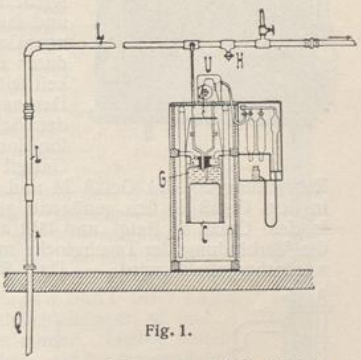


Fig. 1.

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.

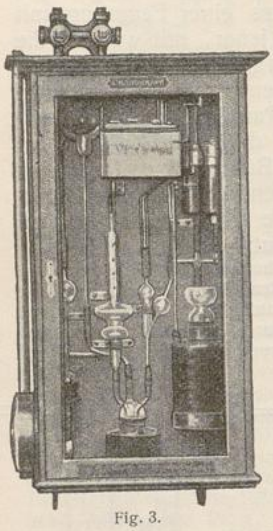


Fig. 3.

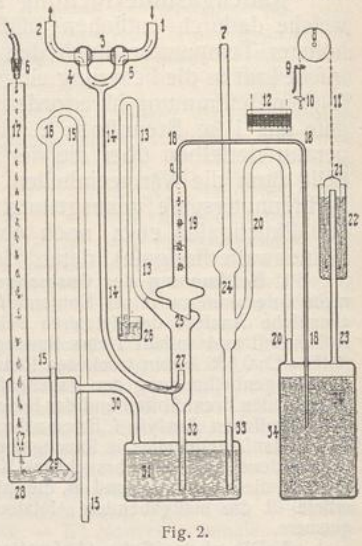


Fig. 2.

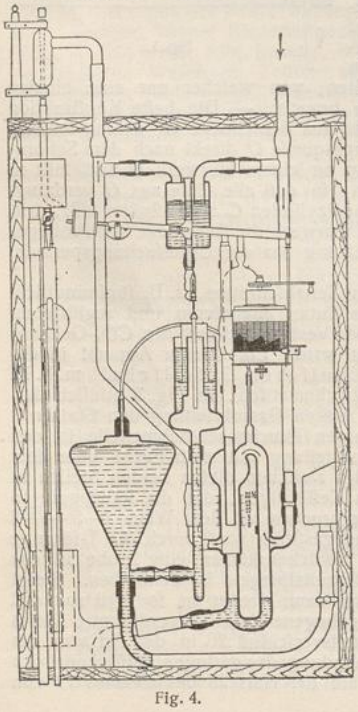


Fig. 4.

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.

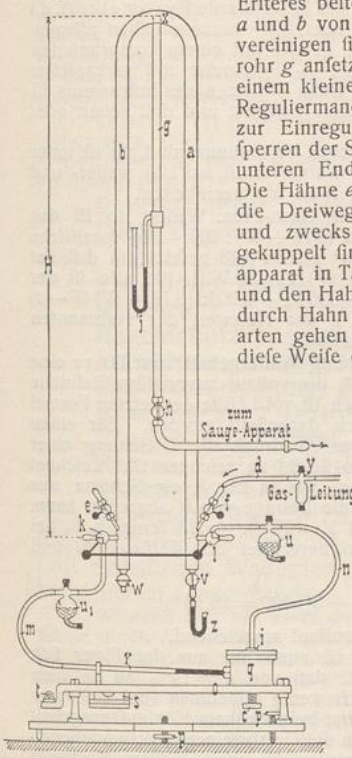


Fig. 5.


Fig. 6.

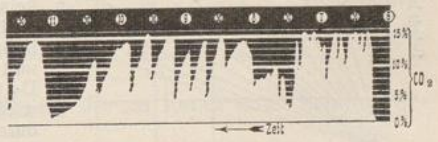


Fig. 7.

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.

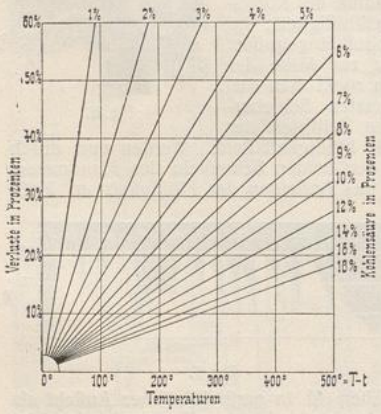


Fig. 8.

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.

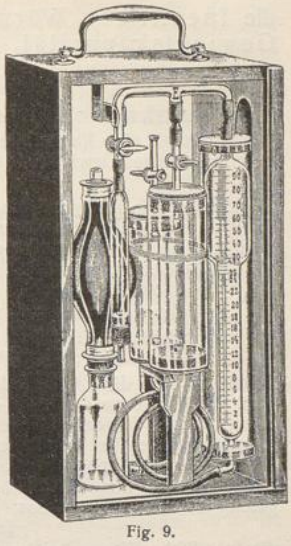


Fig. 9.

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.

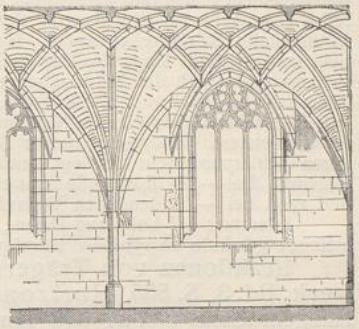
Rauſche, ſ. Pflanzungen bei Regulierungswerken.

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.

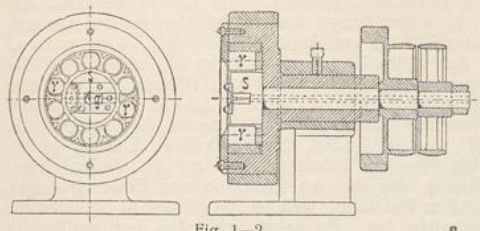


Fig. 1—2.

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

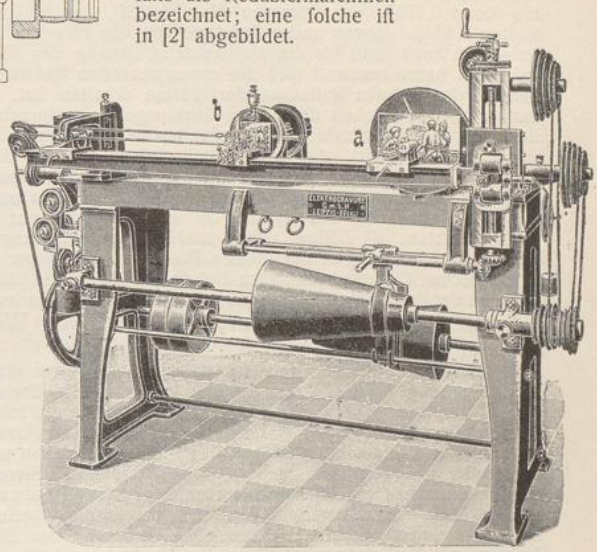


Fig. 3.

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.

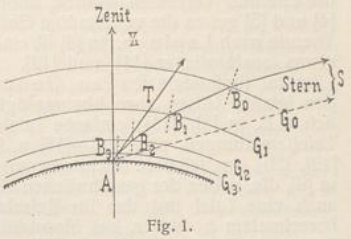


Fig. 1.

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

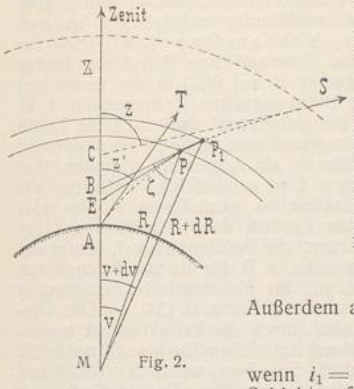


Fig. 2.

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

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.

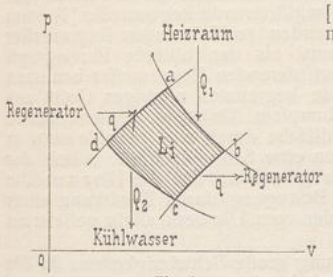


Fig. 1.

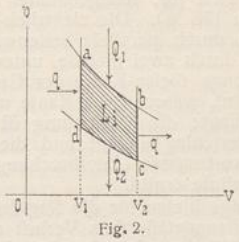


Fig. 2.

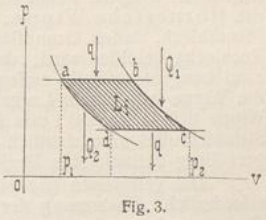


Fig. 3.

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.*

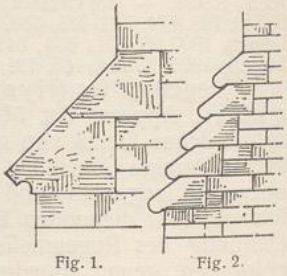


Fig. 1. Fig. 2.

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

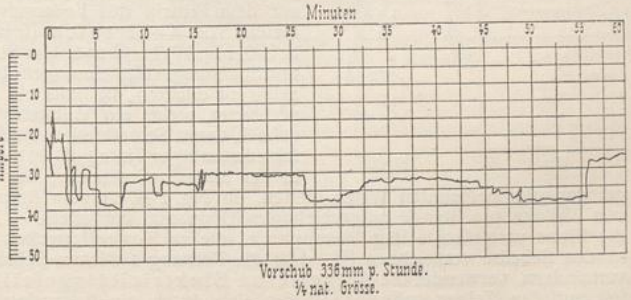


Fig. 1.

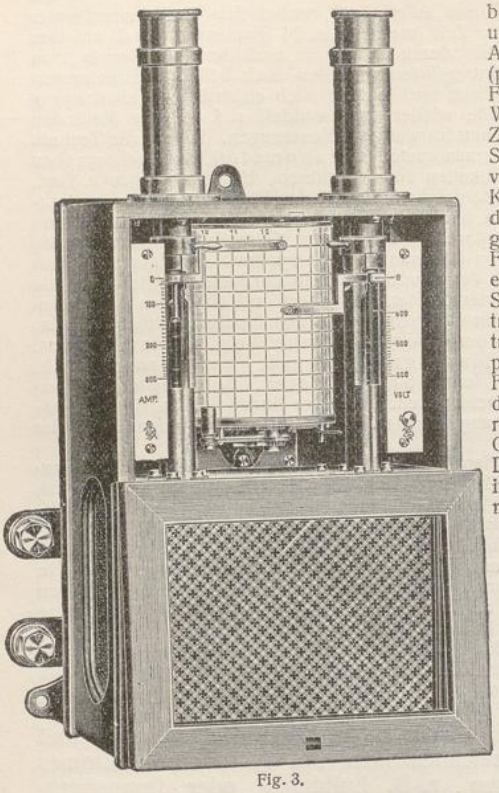


Fig. 3.

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.

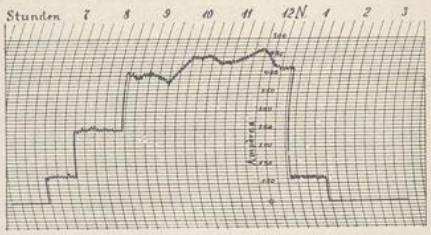


Fig. 2.

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.

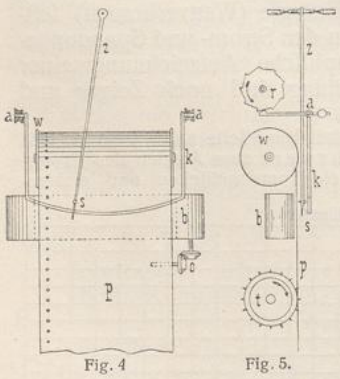


Fig. 4.

Fig. 5.

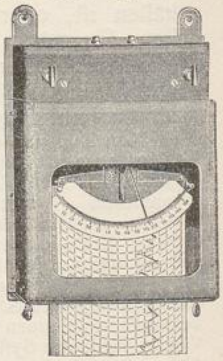


Fig. 6.

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.

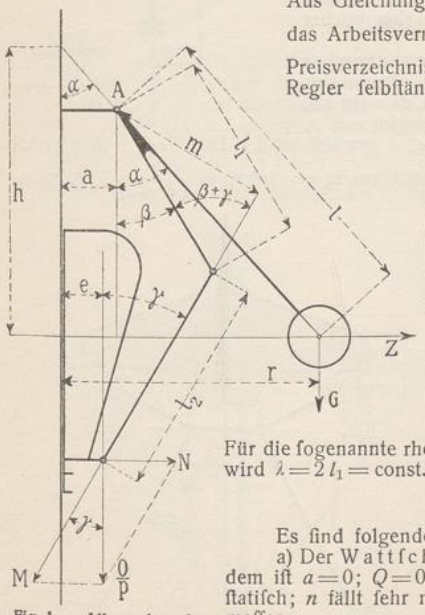


Fig. 1. Allgemeine Anordnung der Kegelpendelregler mit Gewichtsbelastung und unmittelbarer Aufhängung.

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

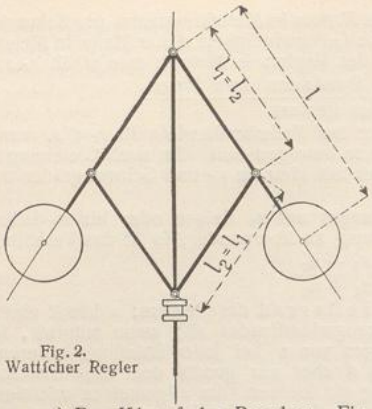


Fig. 2.
Wattſcher Regler

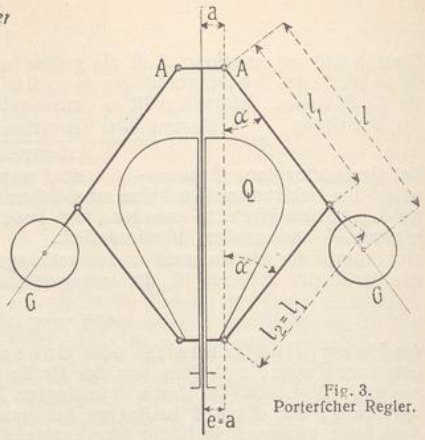


Fig. 3.
Porterſcher Regler.

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.

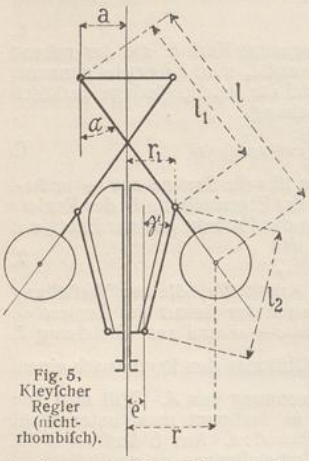


Fig. 5.
Kleyſcher Regler (nicht-rhombiſch).

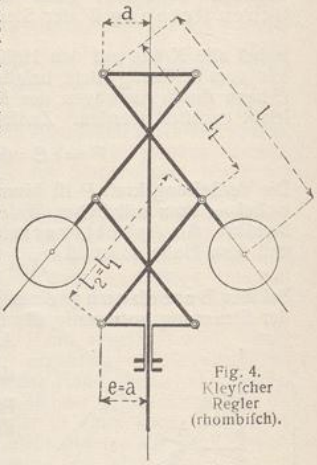


Fig. 4.
Kleyſcher Regler (rhombiſch).

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.

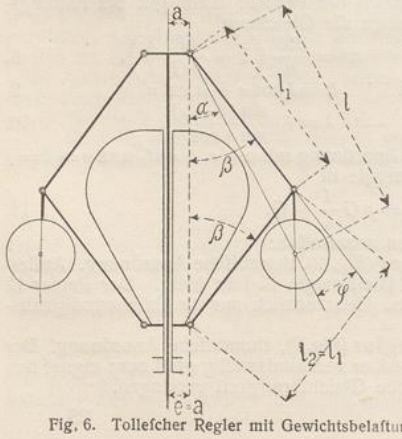


Fig. 6. Tollefcher Regler mit Gewichtsbelaſtung.

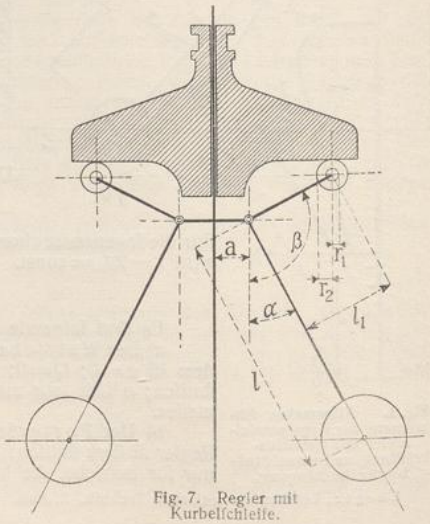


Fig. 7. Regler mit Kurbelſchleife.

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].

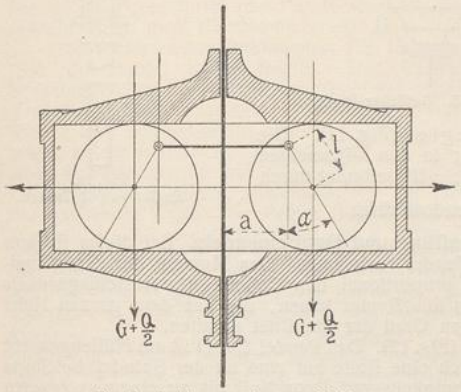


Fig. 8. Leiftungsregler von Weiß.

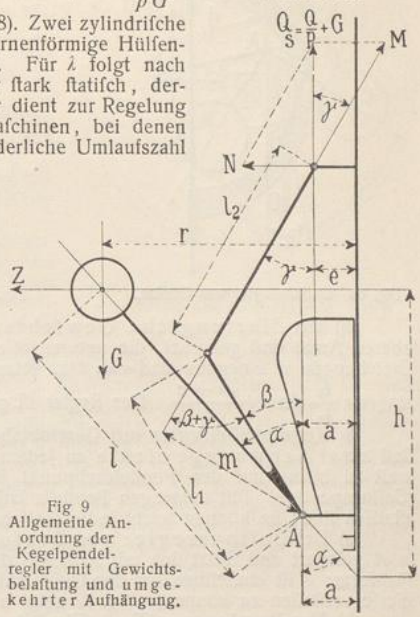


Fig. 9 Allgemeine Anordnung der Kegelpendelregler mit Gewichtsbelaftung und umgekehrter Aufhängung.

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.

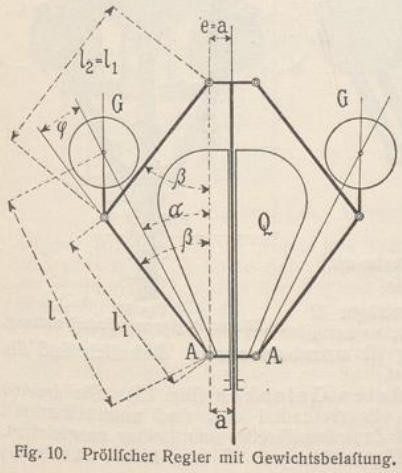


Fig. 10. Pröllfcher Regler mit Gewichtsbelaftung.

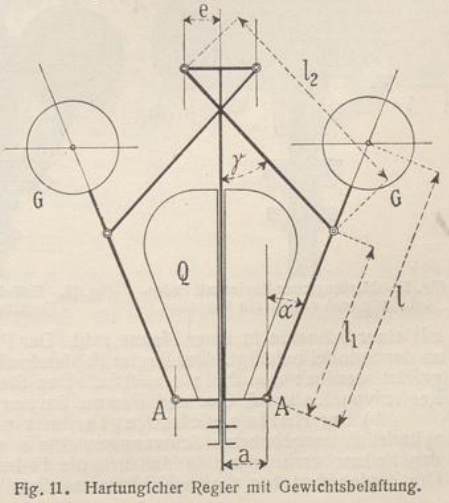


Fig. 11. Hartungfcher Regler mit Gewichtsbelaftung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

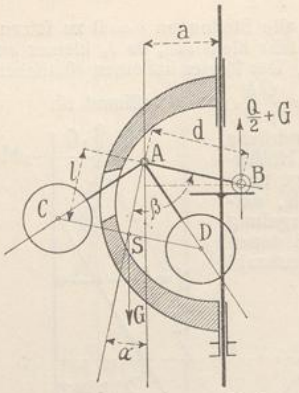


Fig. 12. Cosinusregler von Grufon.

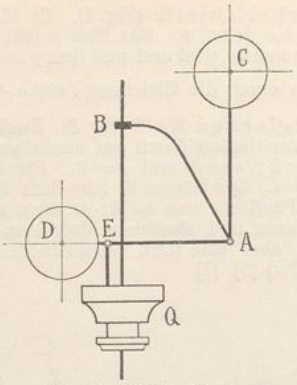


Fig. 13. Bußfcher Regler.

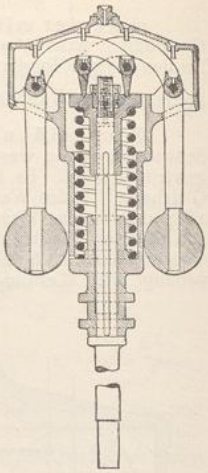


Fig. 14.
Regler von R. Trenck.

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

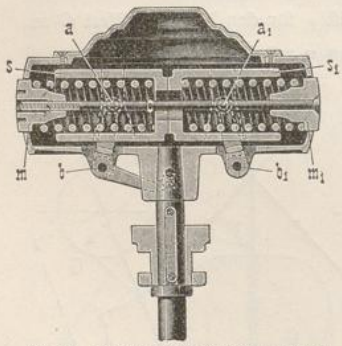


Fig. 15. Hartungfcher Regler mit Federbelaftung und entlafteten Gelenken.

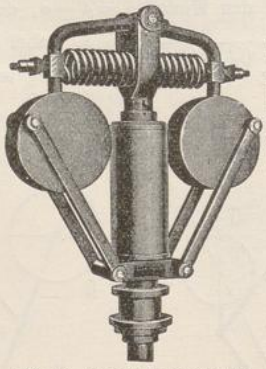


Fig. 16. Tollefcher Regler mit Federbelaftung.

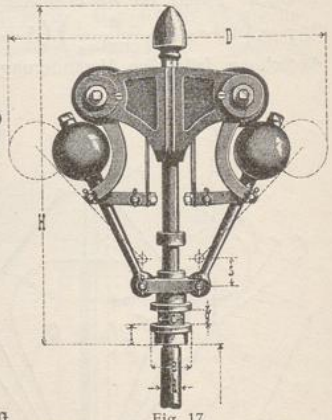


Fig. 17.
Pröllfcher Regler mit Federbelaftung.

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; $\varepsilon_r = 0{,}008$.

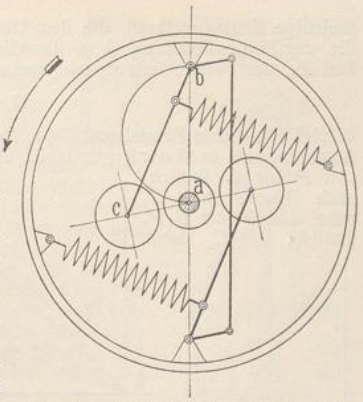


Fig. 18. Schema eines Achsenreglers mit zwei Federn und durchgehender Welle.

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

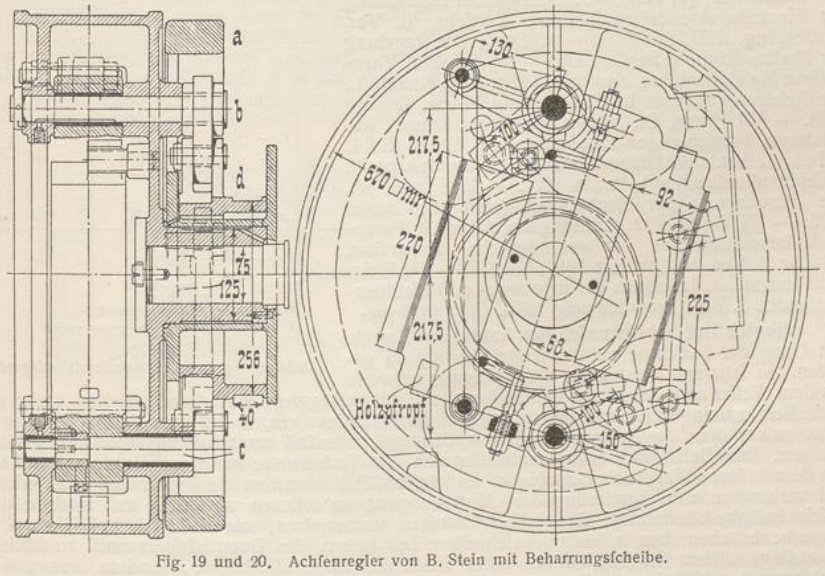


Fig. 19 und 20. Achsenregler von B. Stein mit Beharrungsscheibe.

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.

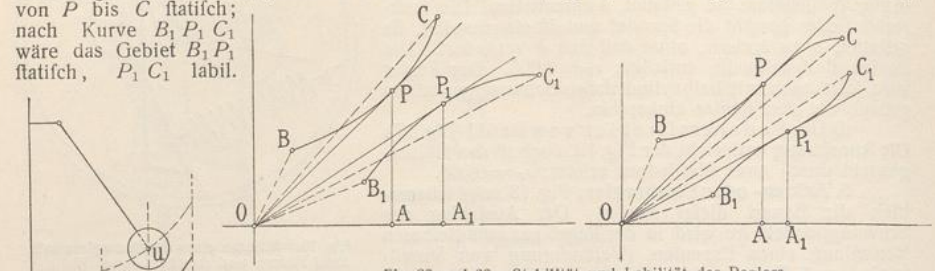


Fig. 22 und 23. Stabilität und Labilität des Reglers.

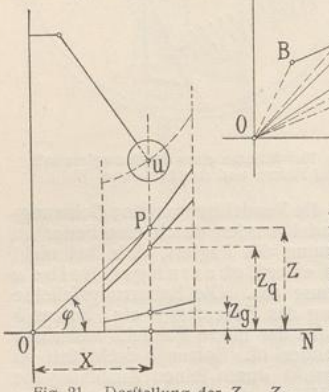


Fig. 21. Darſtellung der Z_g-, Z_q- und Z-Kurven.

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.

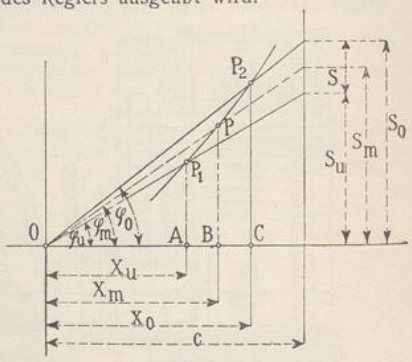


Fig. 24.
Beſtimmung des Ungleichförmigkeitsgrades.

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

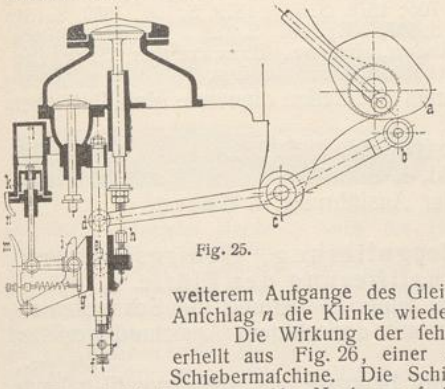


Fig. 25.

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.

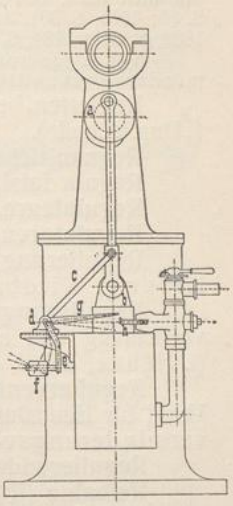


Fig. 26.

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*

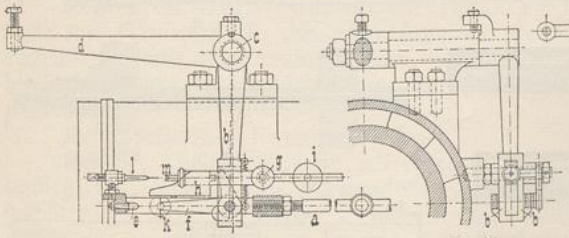


Fig. 27.

Fig. 27a.

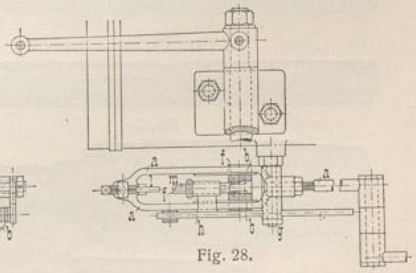


Fig. 28.

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.

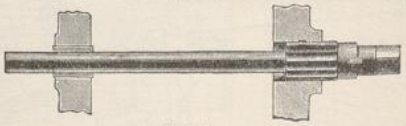


Fig. 7.

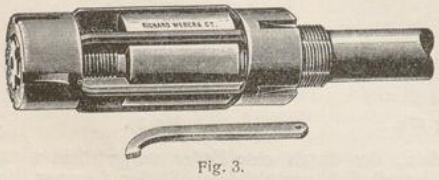


Fig. 3.

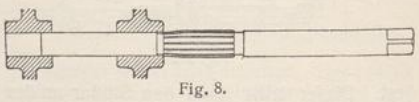


Fig. 8.

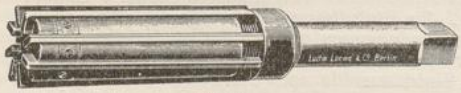


Fig. 4.

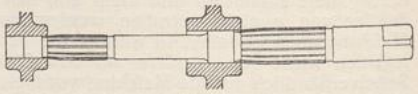


Fig. 9.

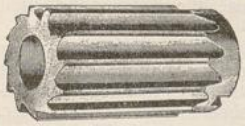


Fig. 5.

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.

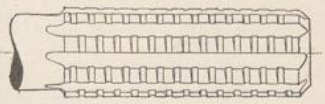


Fig. 14.

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

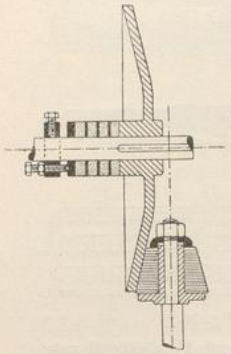


Fig. 1.

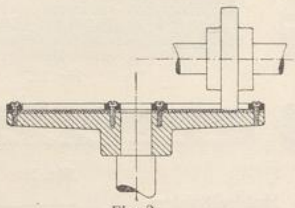


Fig. 2.

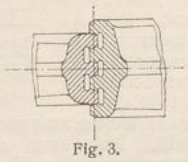


Fig. 3.

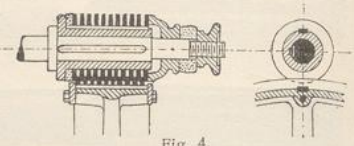


Fig. 4.

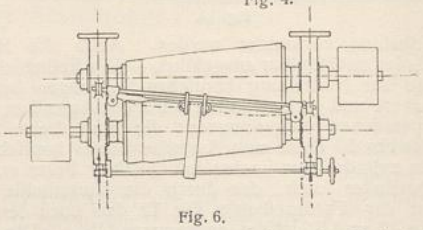


Fig. 6.

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.

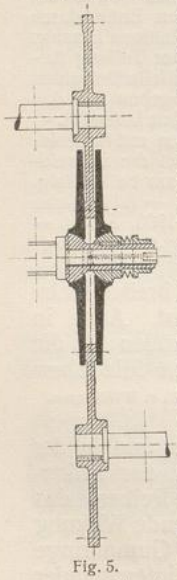


Fig. 5.

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.

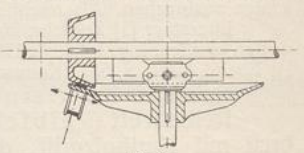


Fig. 7.

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.

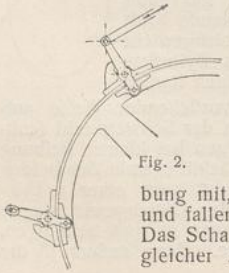


Fig. 2.

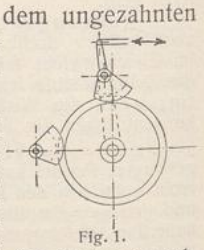


Fig. 1.

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

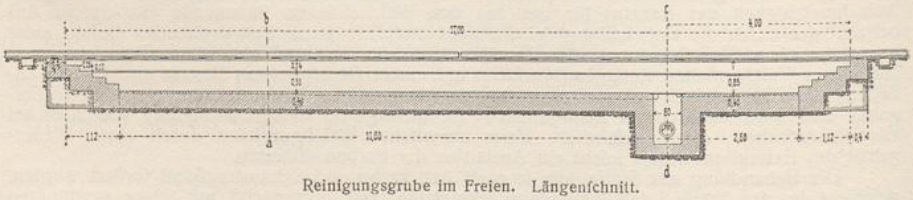
Die Nachreinigung der aus der Benzinwäsche kommenden Stoffe geschieht im sogenannten Detachierraal. Naturgemäß verbleiben ja auf den zu reinigenden Kleidern noch eine Reihe von Flecken, die von Stoffen herrühren, die in Benzin ganz oder teilweise unlöslich sind. Hier wird zunächst vorsichtig versucht, 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.

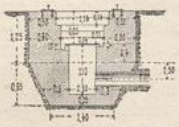
Literatur: [1] Seyda, A., Chemikerztg. 1907, Nr. 79, S. 986, und Nr. 80, S. 1001. — [2] Schmidt, Zeitschr. f. öffentl. Chemie, 13. Jahrg., S. 322. *Metzger.*

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.

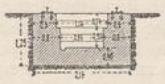
Gewöhnlich in Nebengleisen oder vor den Lokomotivschuppen oder auf Kohlenstationen neben den Kohlenladebühnen, seltener in Hauptgleisen, da, wo die Lokomotiven der Züge halten,



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.

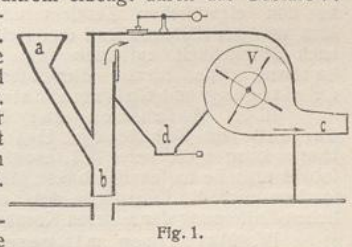


Fig. 1.

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.

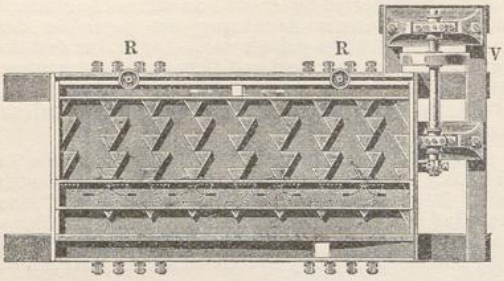


Fig. 2.

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.

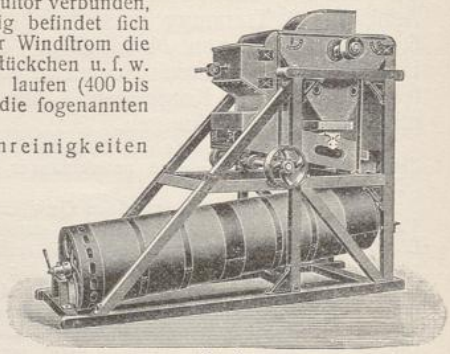


Fig. 3.

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

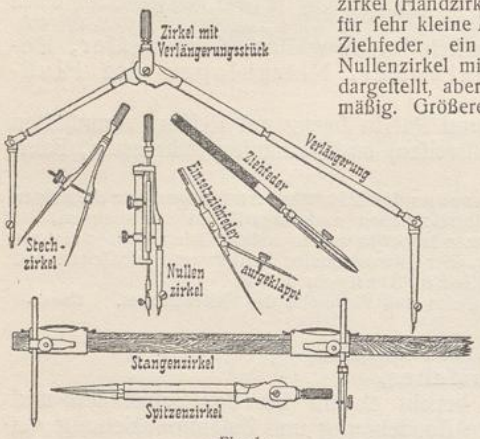


Fig. 1.

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.

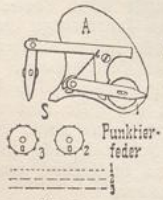


Fig. 5.

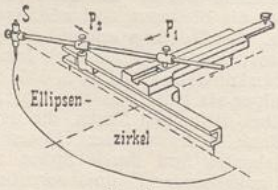


Fig. 6.



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.

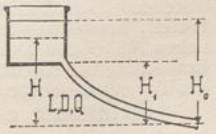
Repulſionsmotor, ſ. Motor, elektriſcher.

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

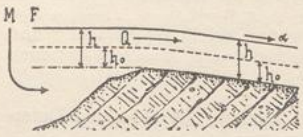


Fig. 1 Ablauf durch einen Fluß.

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

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 $F(h - h_0)$.

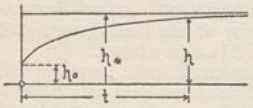


Fig. 2. Graphiſche Darſtellung nach Gleichung 3.

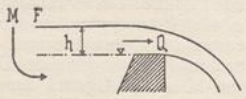


Fig. 3. Ueberlauf an Sammelteichen.

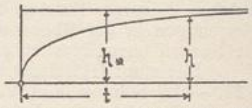


Fig. 4. Graphiſche Darſtellung nach Gleichung 4.

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.

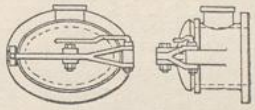


Fig. 1.

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.

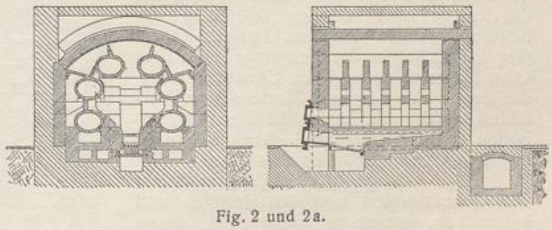


Fig. 2 und 2a.

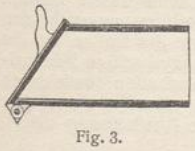


Fig. 3.



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

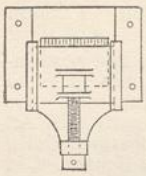


Fig. 6.

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.

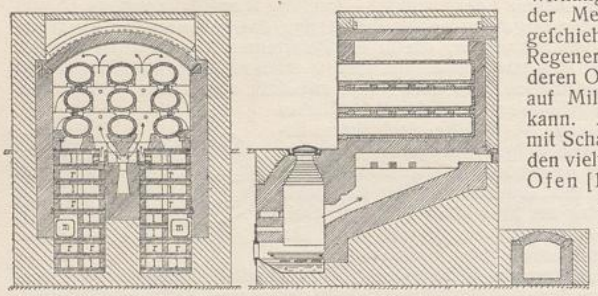


Fig. 7 und 7a.

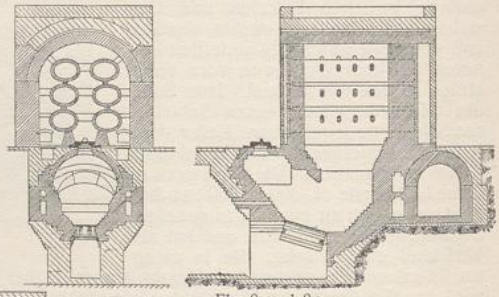


Fig. 8 und 8a.

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.

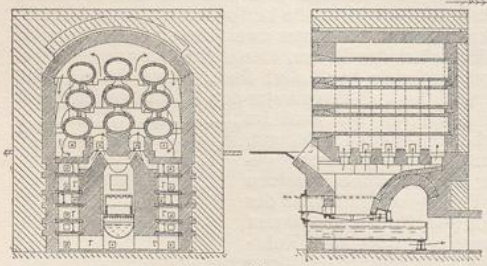


Fig. 9 und 9a.

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

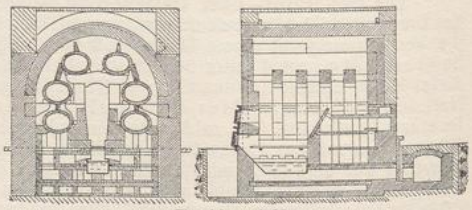


Fig. 10 und 10a.

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.

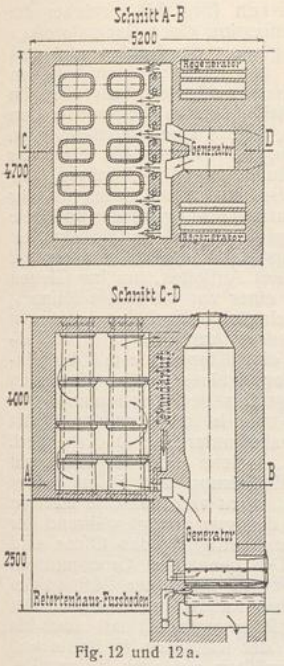


Fig. 12 und 12a.

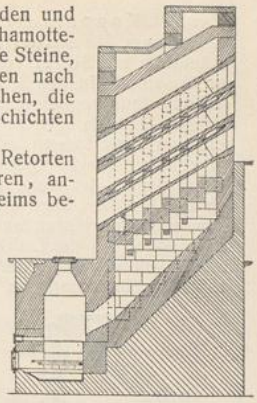


Fig. 11.

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].

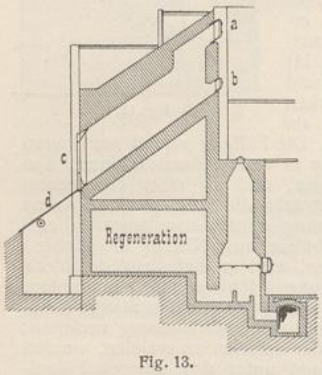


Fig. 13.

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.

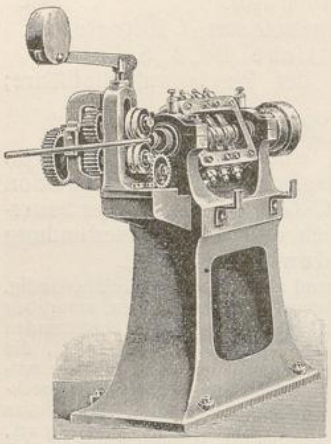


Fig. 1.

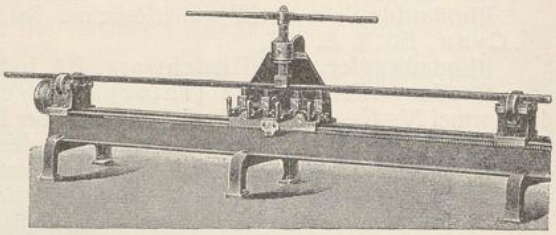


Fig. 2.

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.

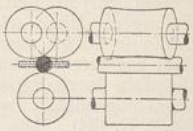


Fig. 3.

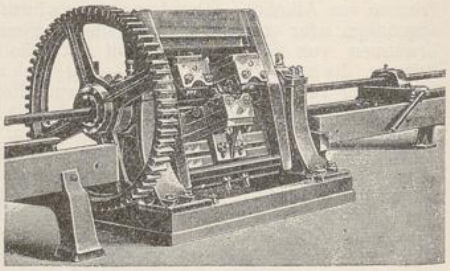


Fig. 5.

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.

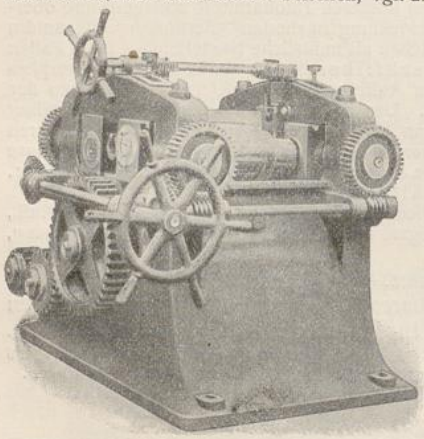


Fig. 4.

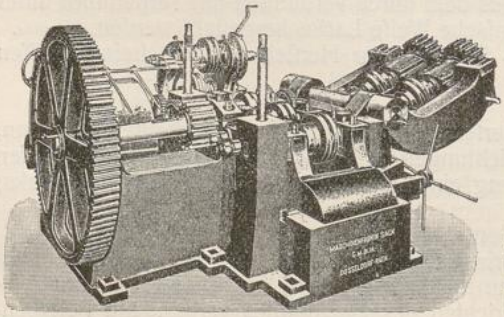


Fig. 7.

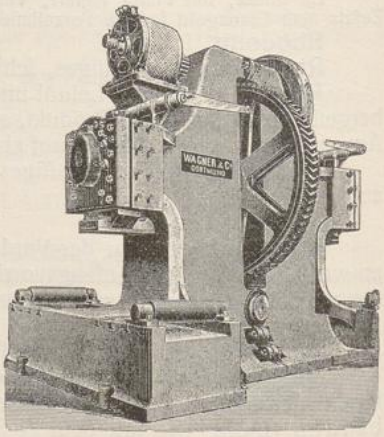


Fig. 6.

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).

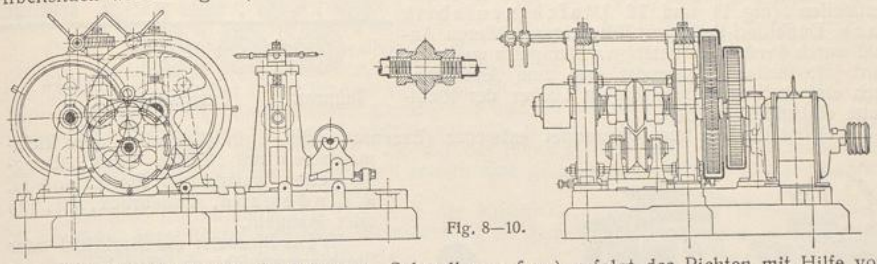


Fig. 8—10.

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

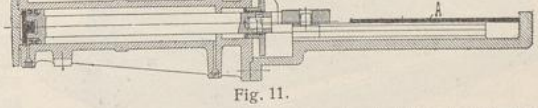


Fig. 11.

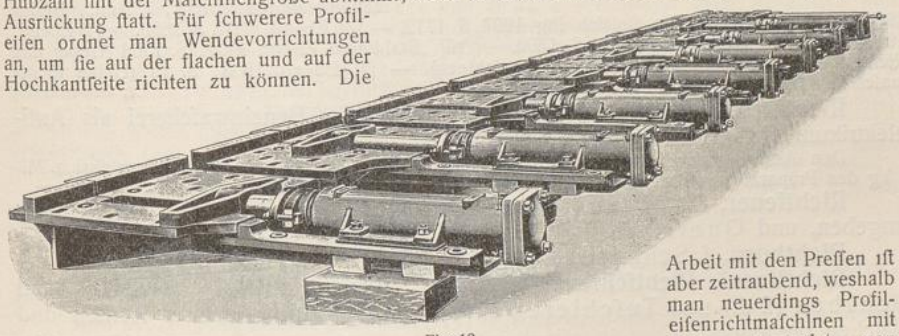


Fig. 12.

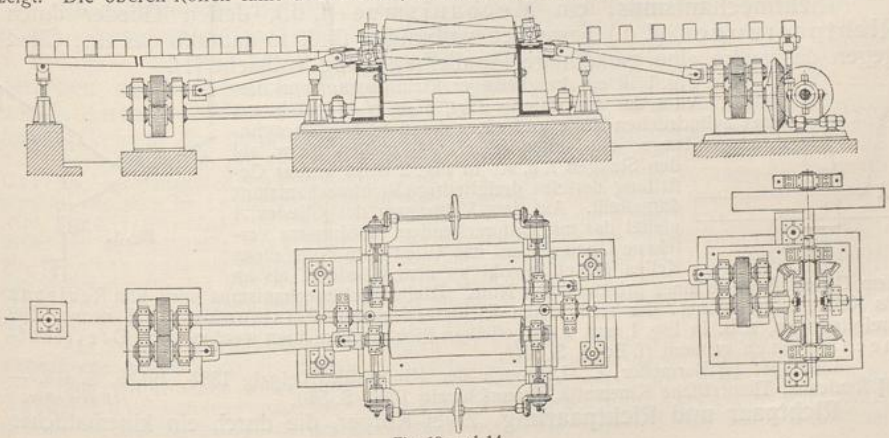


Fig. 13 und 14.

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.

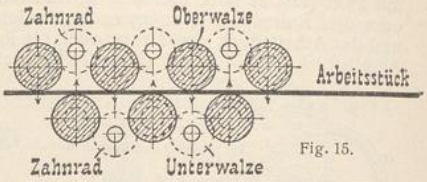


Fig. 15.

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.

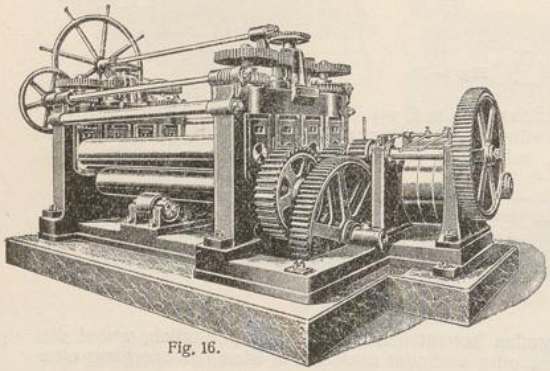


Fig. 16.

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].

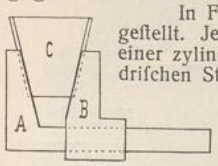


Fig. 2.

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).

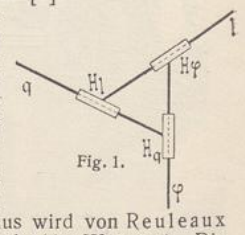


Fig. 1.

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].

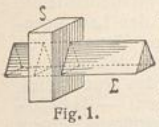


Fig. 1.

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.

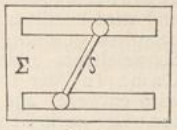


Fig. 2.

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. —

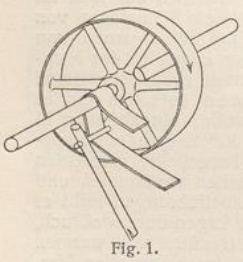


Fig. 1.

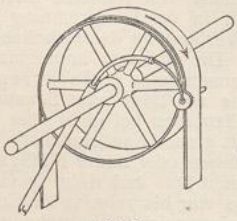


Fig. 2.

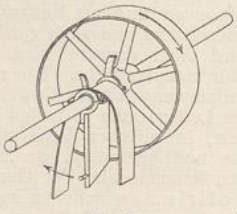


Fig. 3.

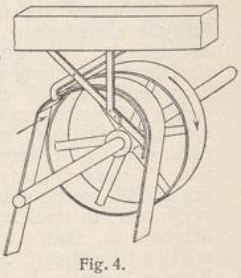


Fig. 4.

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.

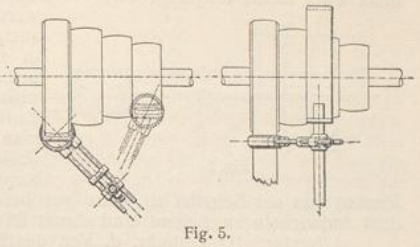


Fig. 5.

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-

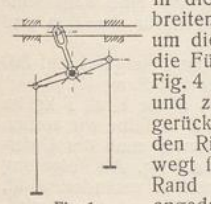


Fig. 1.



Fig. 2.

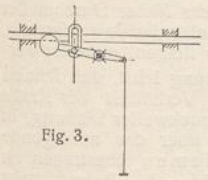


Fig. 3.

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

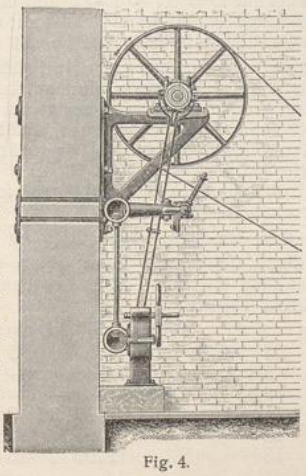


Fig. 4.

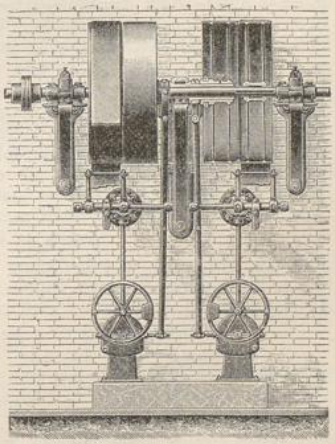


Fig. 4a.

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.

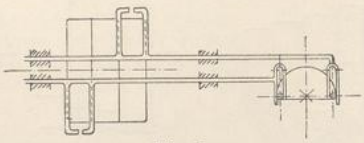


Fig. 5.

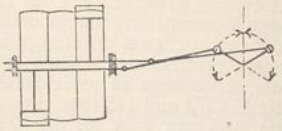


Fig. 6.

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.

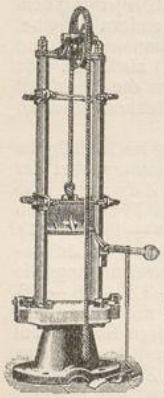


Fig. 1.

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].

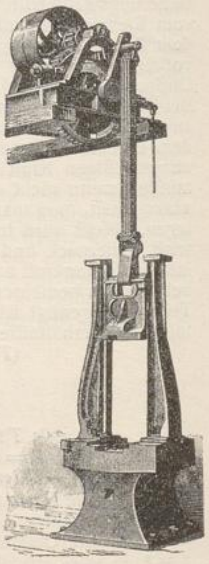


Fig. 3.

e) Fig. 7, Riemenfallhammer mit Gurttrommel (Maschinenfabrik Meyer in Aerzen). Bei diefer auch als Wickelzug (Wickelhammer)

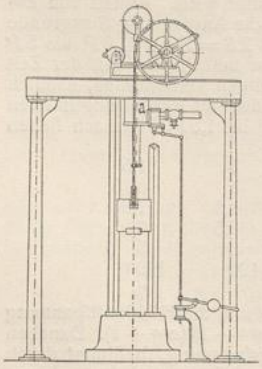


Fig. 2.

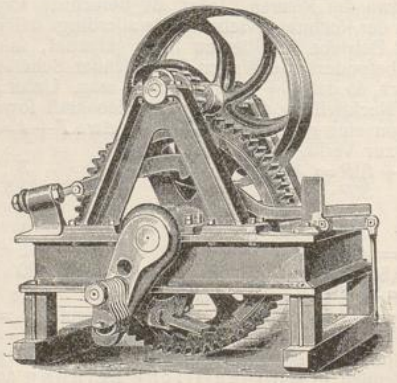


Fig. 4.

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].

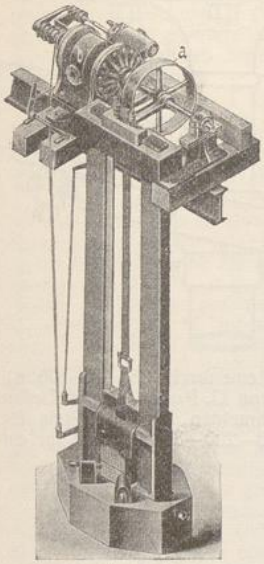


Fig. 5.

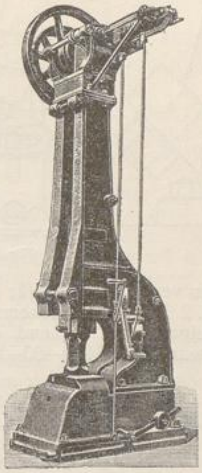


Fig. 7.

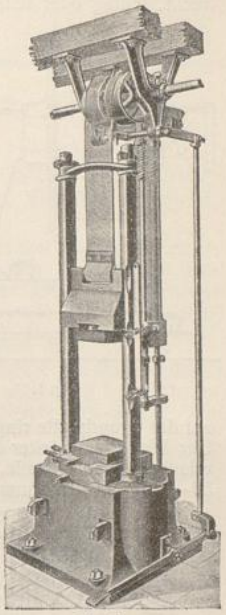


Fig. 9.

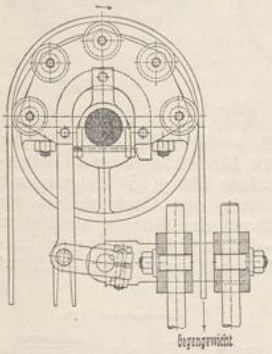


Fig. 10.

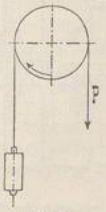


Fig. 8.

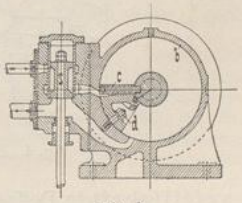


Fig. 6.

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

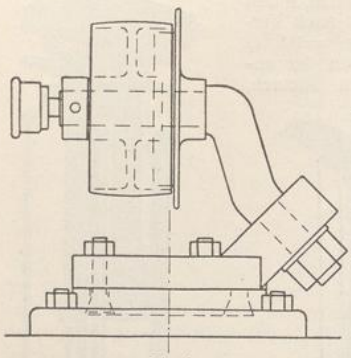


Fig. 1.

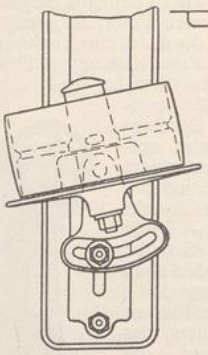


Fig. 2.

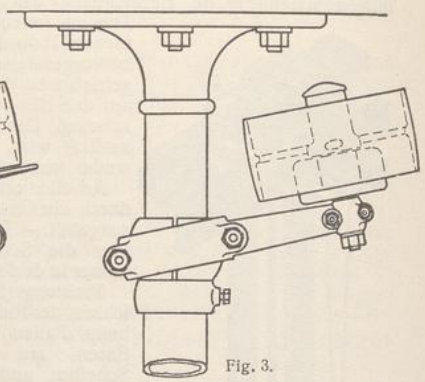


Fig. 3.

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

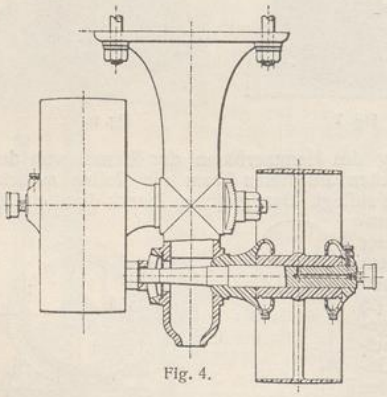


Fig. 4.

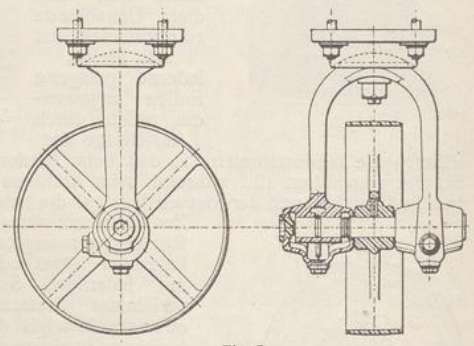


Fig. 5.

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.*

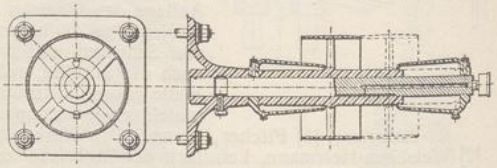


Fig. 6.

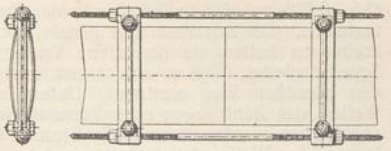
Riemenſcheiben, ſ. Riemſcheiben.

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.

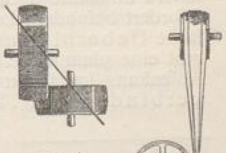


Fig. 2.

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

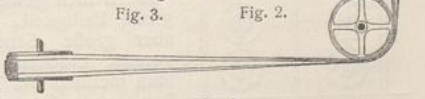


Fig. 4.

(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.

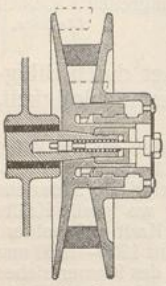


Fig. 5.

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.

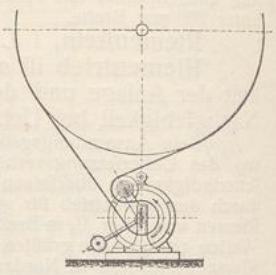


Fig. 6.

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

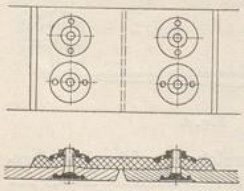


Fig. 2.

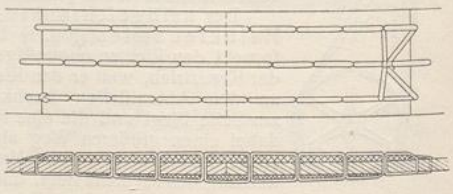


Fig. 1.

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

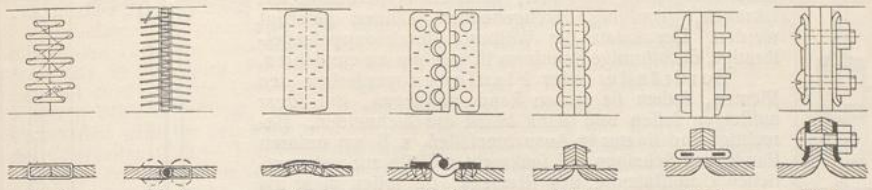


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

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.

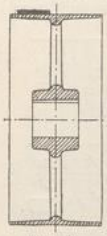


Fig. 1.

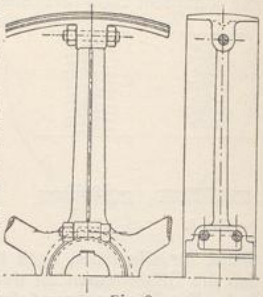


Fig. 2.

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).

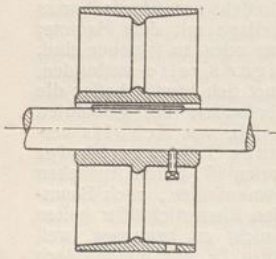


Fig. 3.

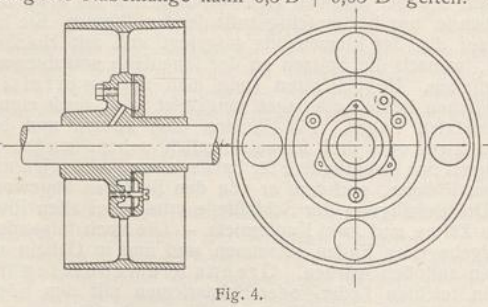


Fig. 4.

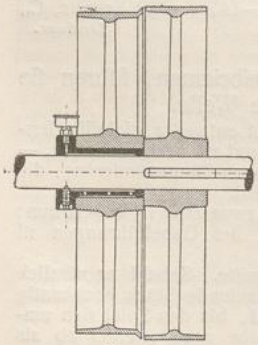


Fig. 5.

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).

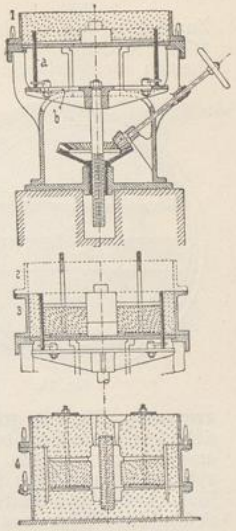


Fig. 6. 1 Unter-, 2 Ober-, 3 Mittelkaſten. 4 Fertige Form. *a* Kranzmodell. *b* Steg.

Schmiedeeiſerne Scheiben werden in einzelnen Fällen für Haupttriebe angewendet, wo es auf geringes Gewicht beſonders ankommt. Sie ſind meiſt geteilt, an der Bahn

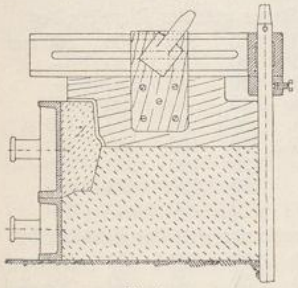


Fig. 7.

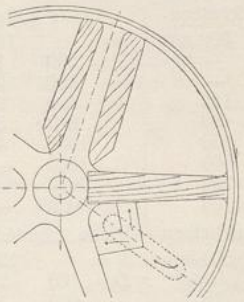


Fig. 8.

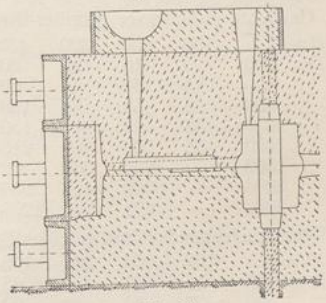


Fig. 10.

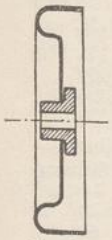


Fig. 12.

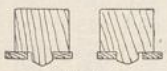


Fig. 9.

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.

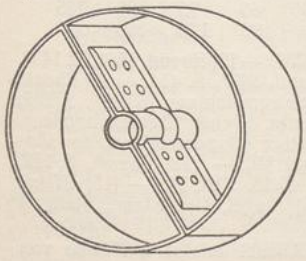


Fig. 13.

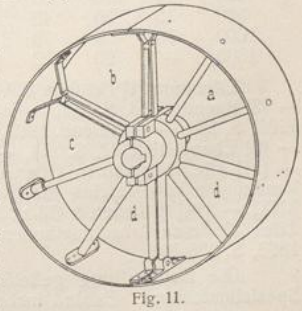


Fig. 11.

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.

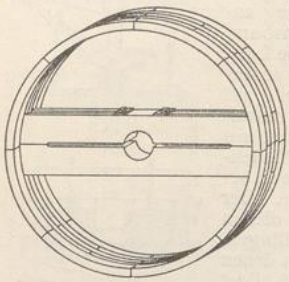


Fig. 14.



Fig. 15.

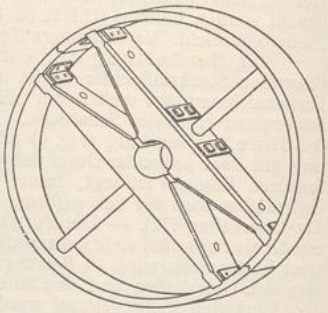


Fig. 16.

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.

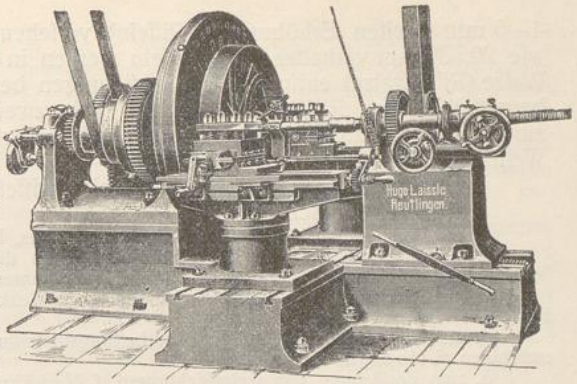


Fig. 17.

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,

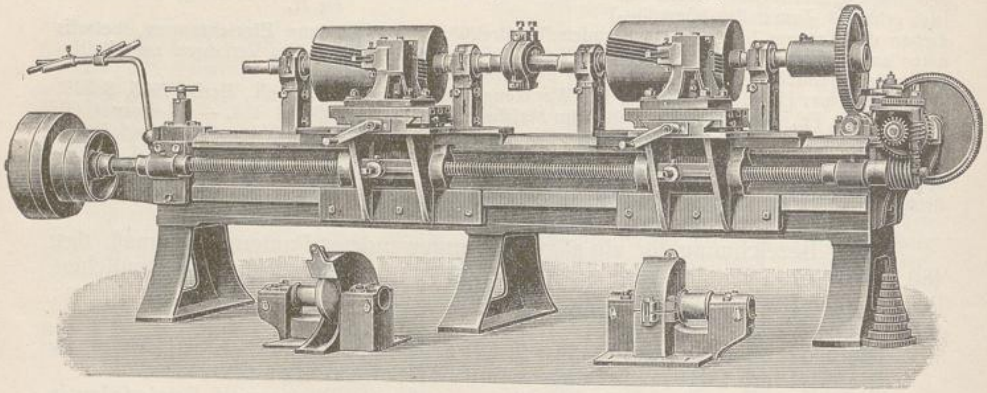
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.

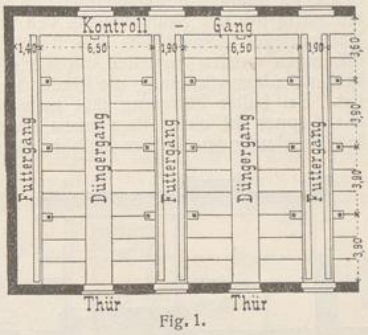


Fig. 1.

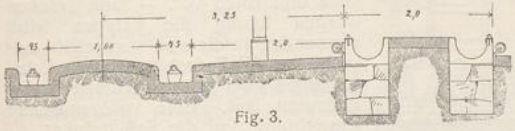


Fig. 3.

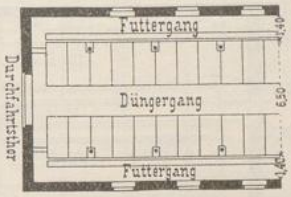


Fig. 2.

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.

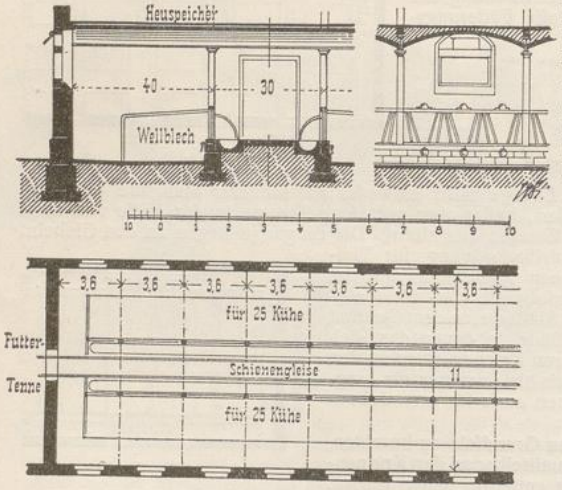


Fig. 5—7.

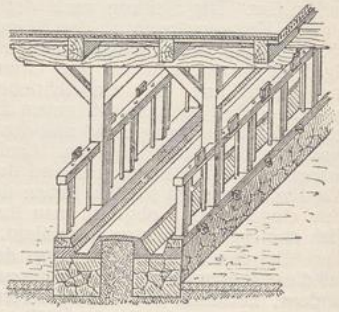


Fig. 4.

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].

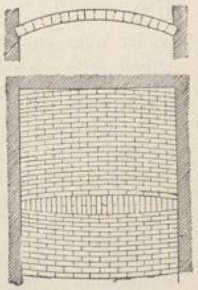
Die Leitlinie iſt gewöhnlich ein Kreis oder auch eine Ellipſe. Hat ein Kreisring den mittleren Durchmeſſer $D = 2R$ und als erzeugende Fläche einen Kreis vom Durchmeſſer d oder ein Rechteck mit der radialen Höhe A und der axialen Breite B oder eine Ellipſe mit der Halbachſe a in radialer, mit b in axialer 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.).

Ringſetzmaſchine, 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.

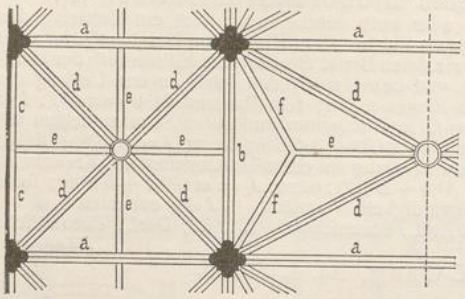
Rinnfal, ſ. v. w. Bach- oder Flußbett; vgl. a. Gerinne.

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).

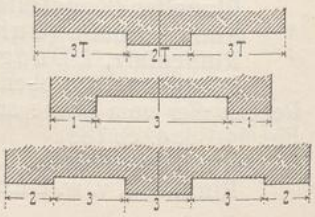
Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1866, Art. Construction, Voûte etc. — [2] Breymann, Allgem. Baukonſtruktionslehre. Leipzig 1900/04. — [3] Baukunde des Architekten, Berlin 1896, Bd. 1, 1, S. 274. *Weinbrenner.*

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.

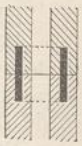
Die erſte Brücke dieſer Art wurde von R. Stephenſon projektiert, als es ſich um die Herſtellung einer Eiſenbahn von Cheſter nach Holyhead und um dadurch bedingte Ueberſetzung des Meeresarmes der Menaiſtraße handelte. Das urſprüngliche Projekt erhielt die Geſtalt einer an Ketten aufgehängten rechteckigen 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.

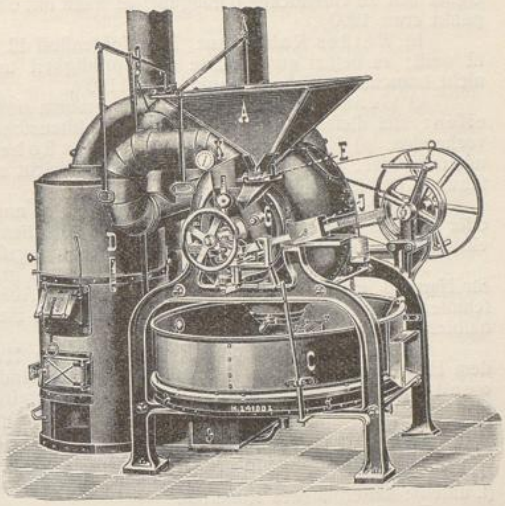
Röſten, Röſtapparat, Röſtofen, Röſttrommel, Erhitzung von Materialien aller Art in den genannten Apparaten zu beſtimmter Temperatur, um ſie für Weiterverwendung durch dieſen Zwiſchenprozeß geeignet zu machen.

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

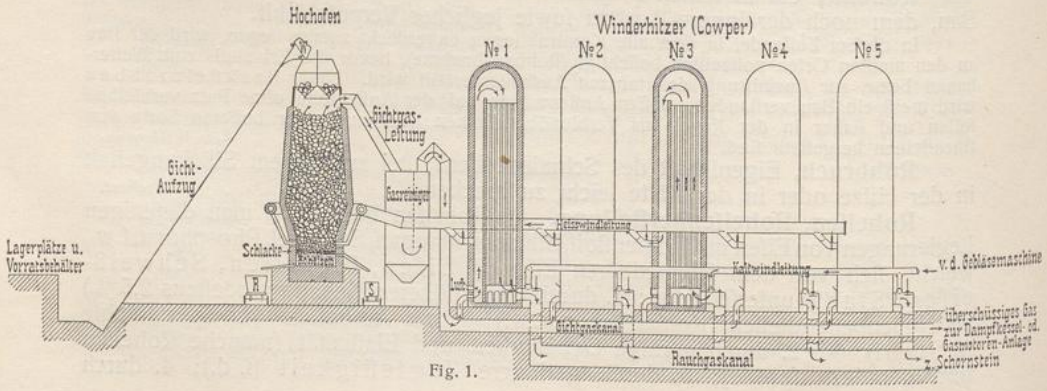


Fig. 1.

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				

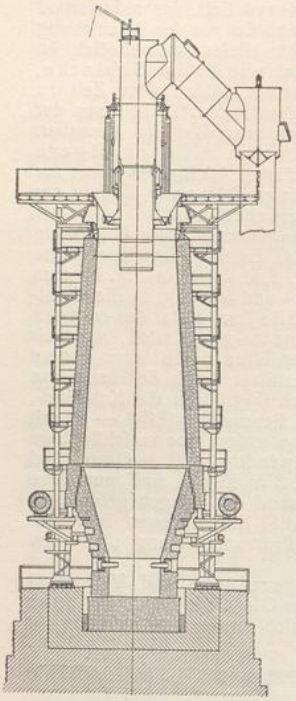
Die Höhe der Hochöfen ist im besonderen durch die Beschaffenheit des Brennstoffes und der Erze beschränkt. Bei Holzkohlenhochöfen schwankt die Höhe zwischen 8 bis 16,5 m, bei Kokshochöfen zwischen 18 bis 30,5 m (durchschnittlich 22—25 m). Der Rauminhalt eines Hochofens ist neben dem Eisengehalt und dem 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



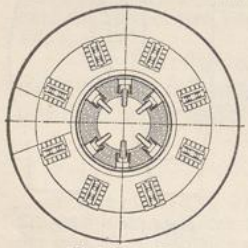


Fig. 6 und 7.

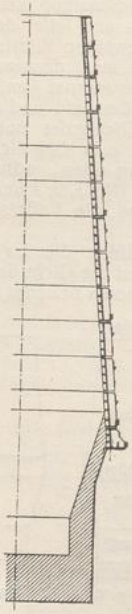


Fig. 10.

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

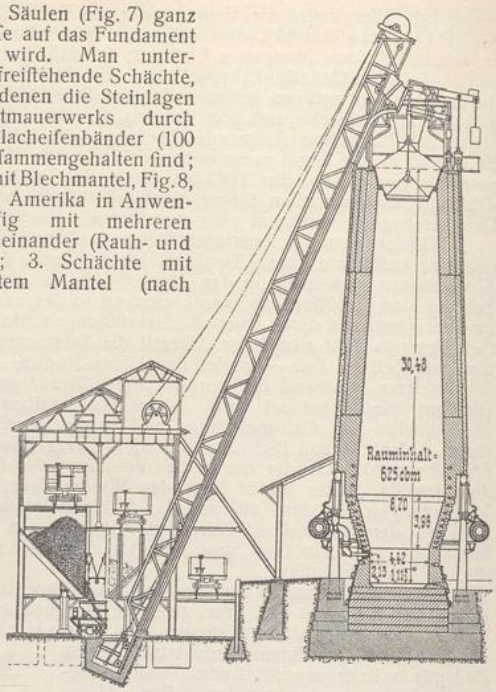
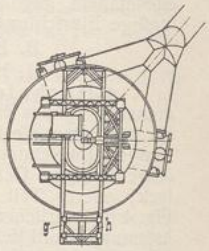


Fig. 8 und 9.



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.

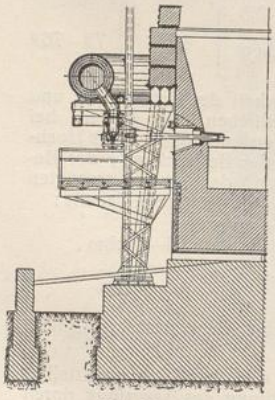


Fig. 12.

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

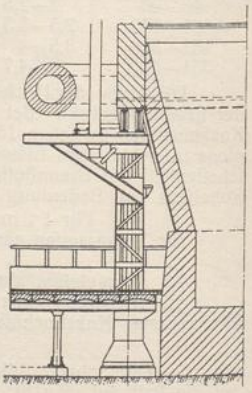


Fig. 11.

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.

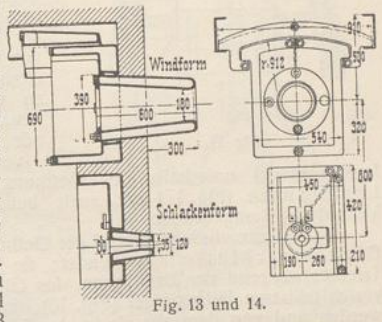


Fig. 13 und 14.

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.

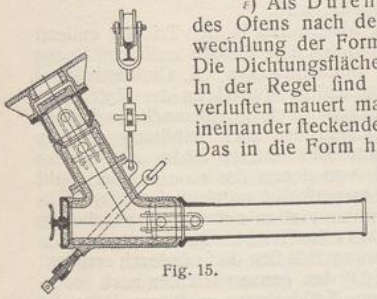


Fig. 15.

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].

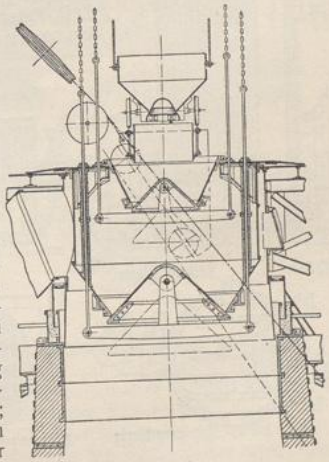


Fig. 16.

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.

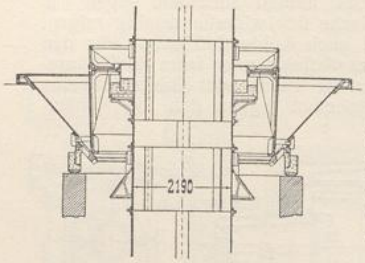


Fig. 17.

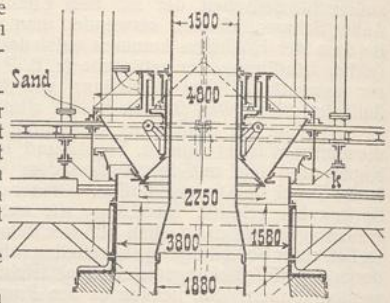


Fig. 18.

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.

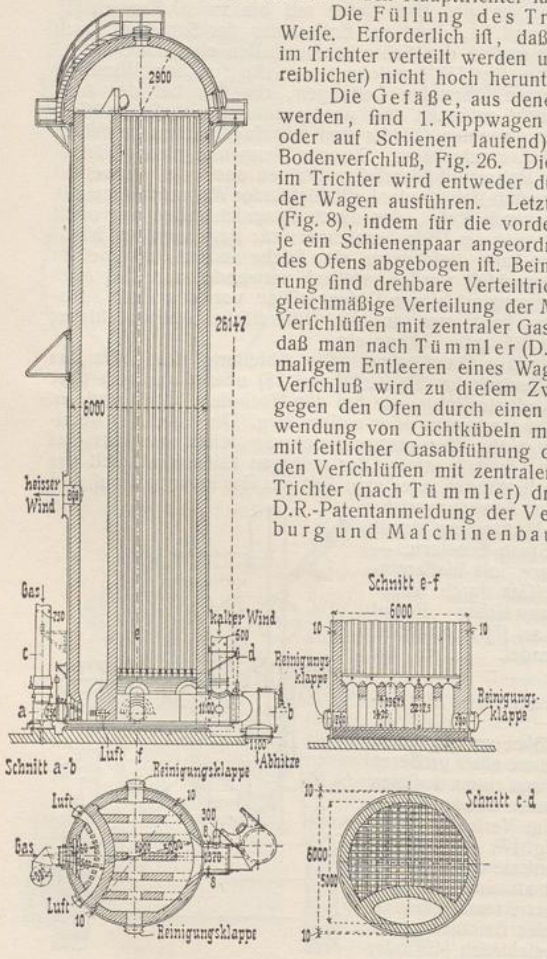


Fig. 19—22.

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].

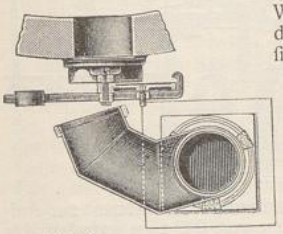


Fig. 26.

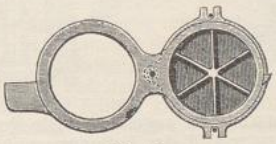


Fig. 25.

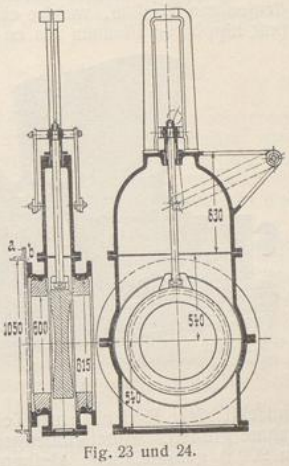


Fig. 23 und 24.

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].

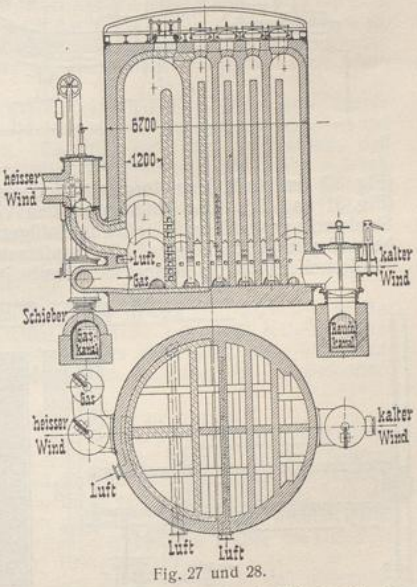


Fig. 27 und 28.

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

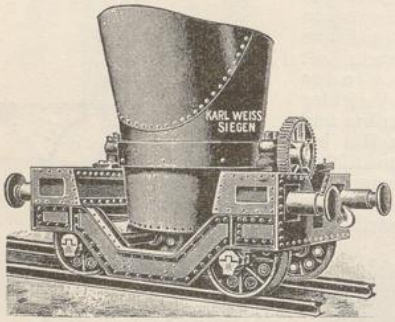


Fig. 29.

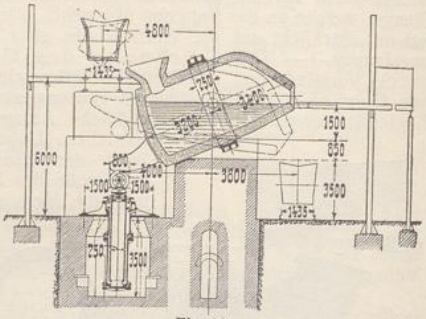


Fig. 30.

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

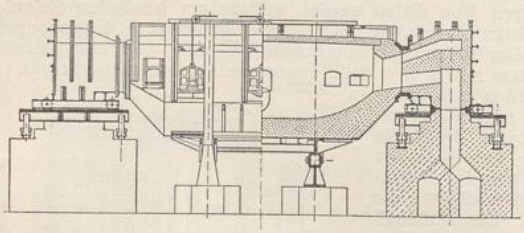


Fig. 31.

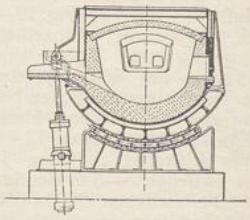


Fig. 32.

(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.

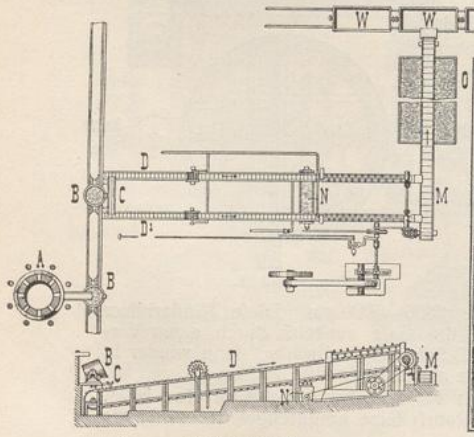


Fig. 33 und 34.

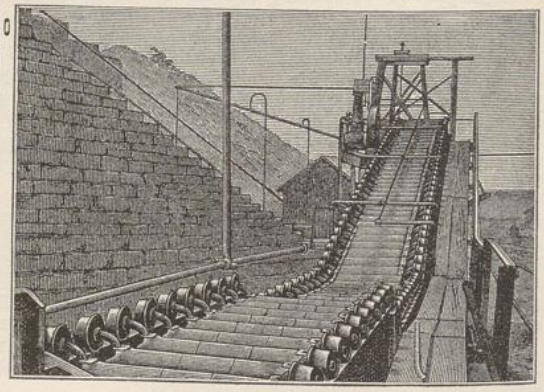


Fig. 35.

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].

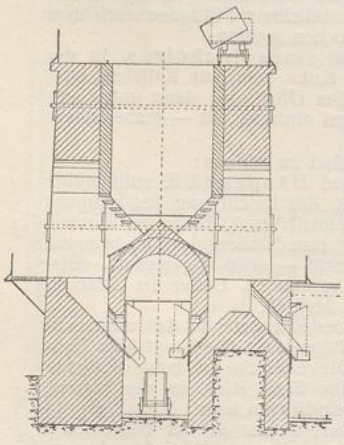


Fig 37.

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

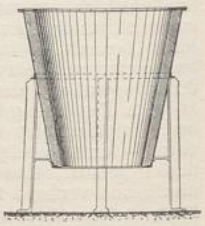


Fig. 36.

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.

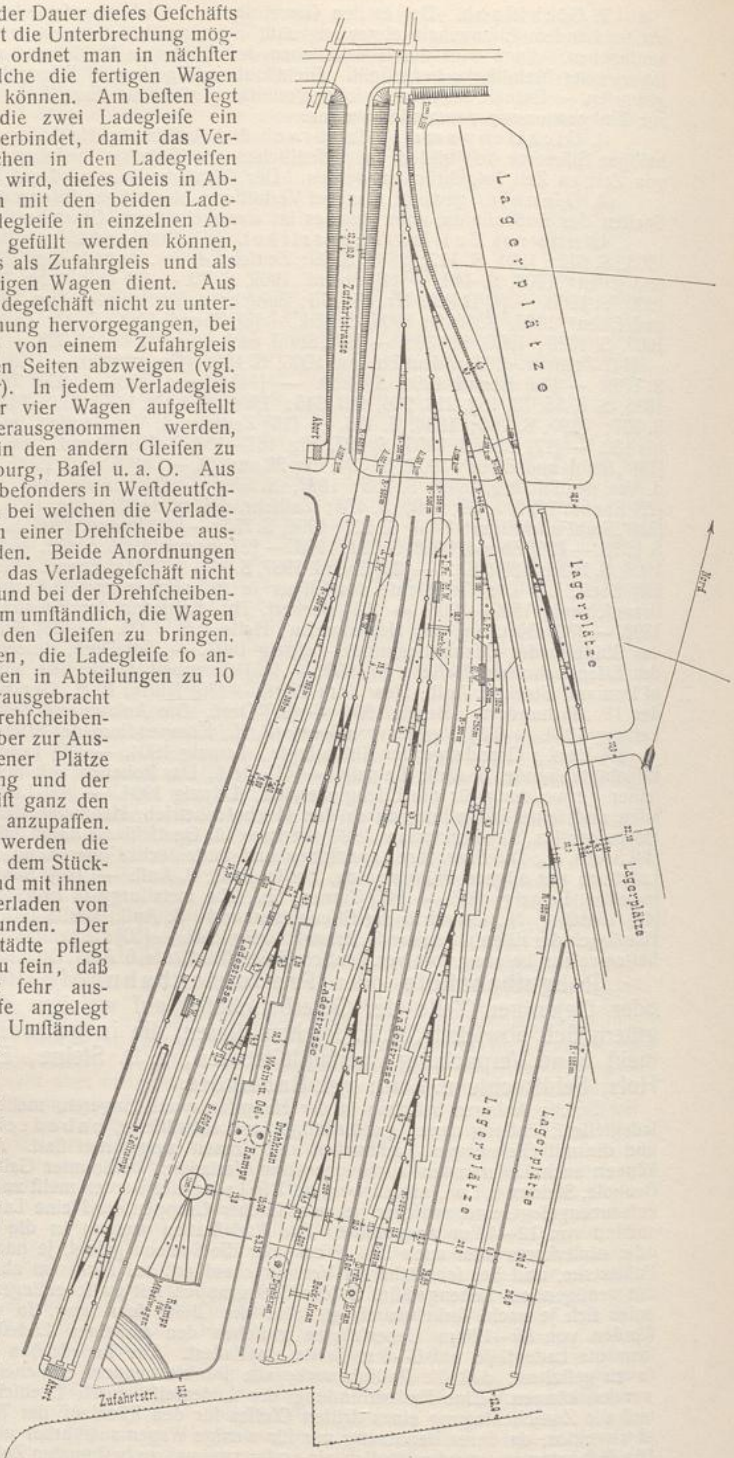
Literatur: a) Zeitſchriftenartikel. [1] „Stahl und Eiſen“ 1907, S. 675. — [2] Ebend. 1905, S. 617; 1901, S. 112; 1889, S. 99; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 1815. — [3] „Stahl und Eiſen“ 1906, S. 442. — [4] Ebend. 1902, S. 70. — [5] D.R.P. Nr. 78 749; „Stahl und Eiſen“ 1900, S. 1903. — [6] 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.

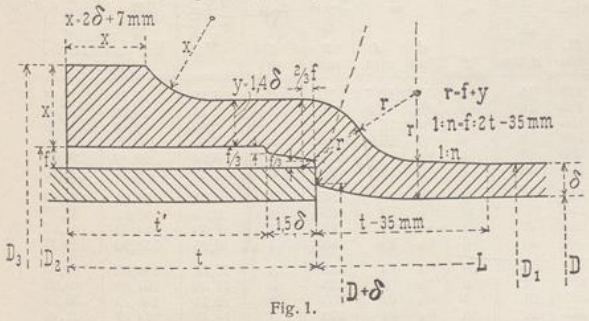


Fig. 1.

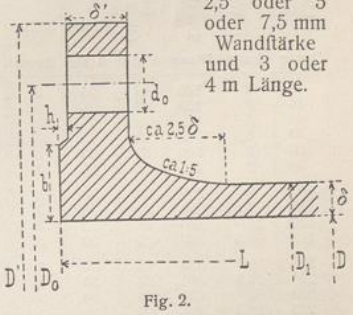


Fig. 2.

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

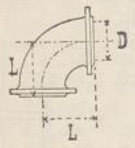


Fig. 3.

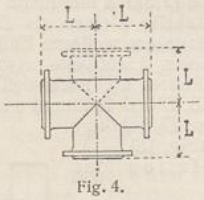


Fig. 4.

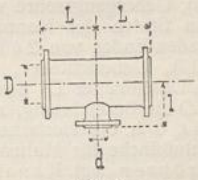


Fig. 5.

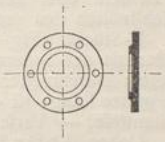


Fig. 6.

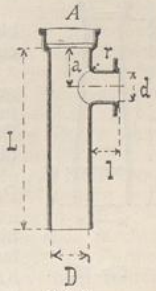


Fig. 7.

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.

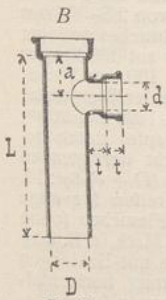


Fig. 8.

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 „

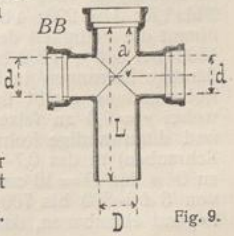


Fig. 9.

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°.

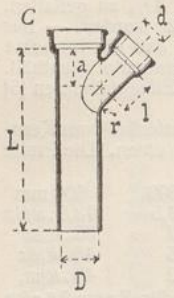


Fig. 10.

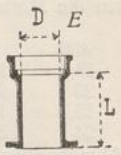


Fig. 11.

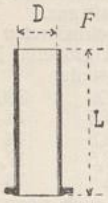


Fig. 12.

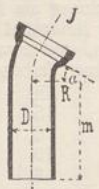


Fig. 13.

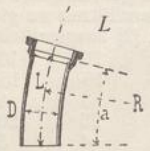


Fig. 15.

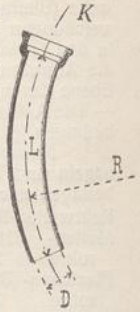


Fig. 14.

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.

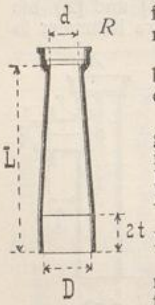


Fig. 16.



Fig. 18.

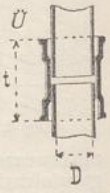


Fig. 17.

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.

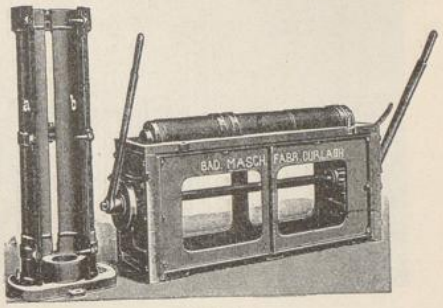


Fig. 1.

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].

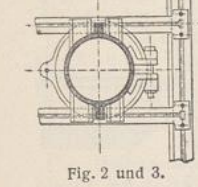


Fig. 2 und 3.

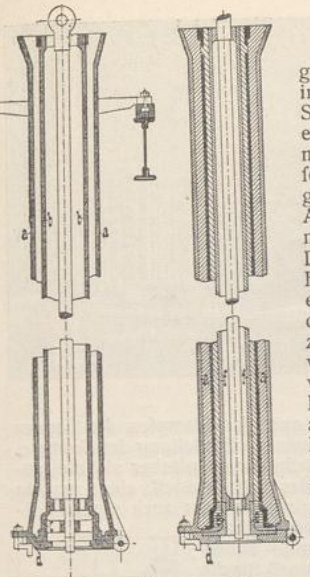
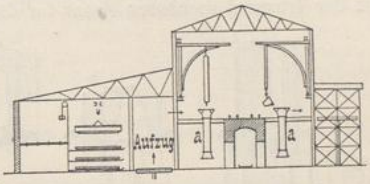


Fig. 4.



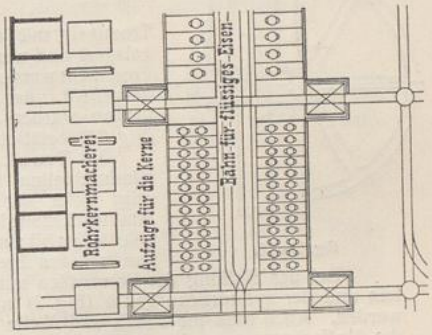


Fig. 6 und 6a.

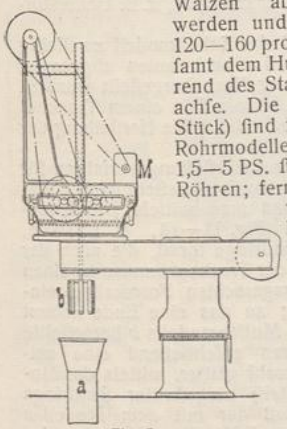


Fig. 5.

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

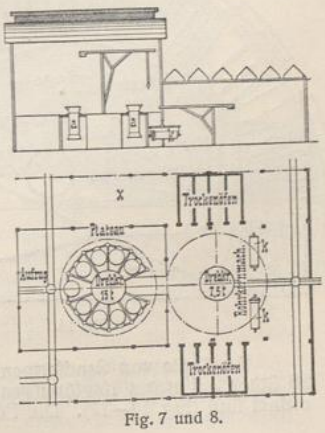


Fig. 7 und 8.

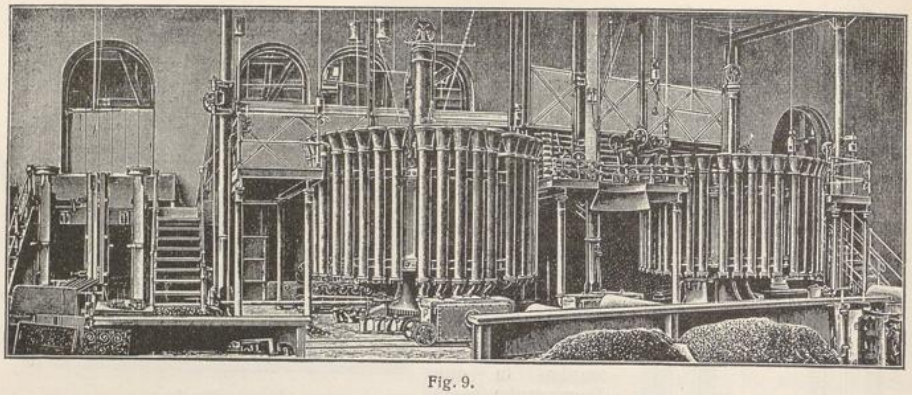


Fig. 9.

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].

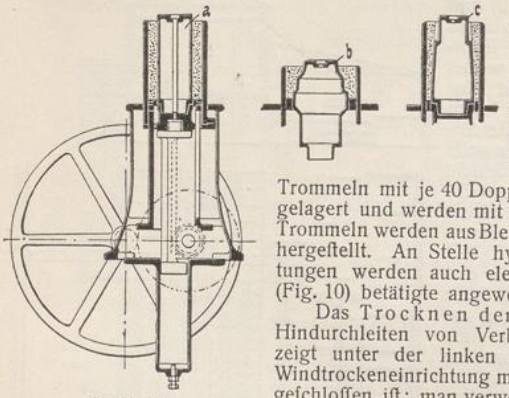


Fig. 11—13.

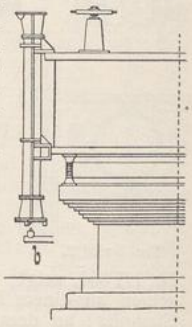


Fig. 10.

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.

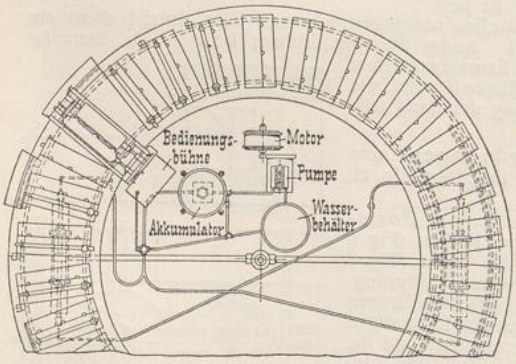


Fig. 14.

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

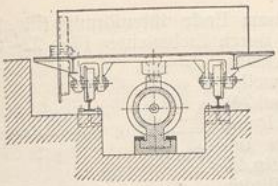


Fig. 15.

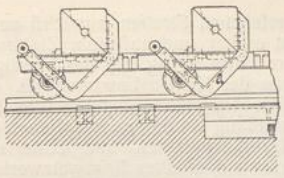


Fig. 16.

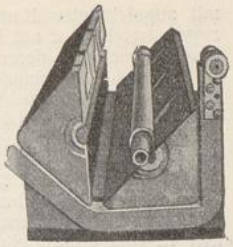


Fig. 17.

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.

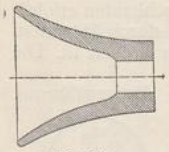


Fig. 18.

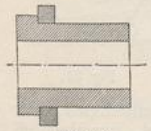


Fig. 20.

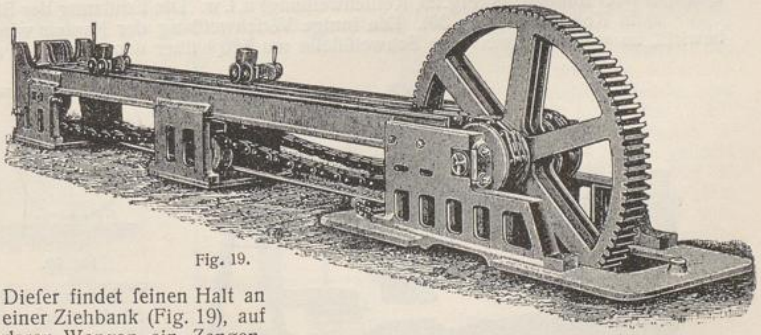


Fig. 19.

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

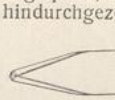


Fig. 21.

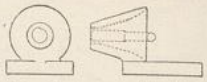


Fig. 22. Fig. 23.

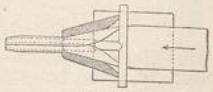


Fig. 24.

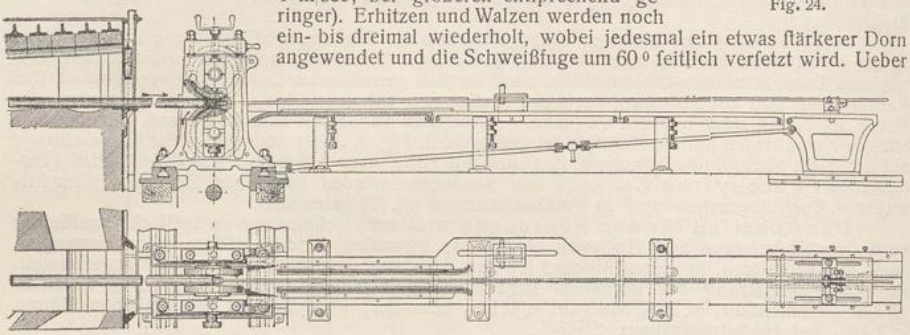


Fig. 25 und 26.

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].

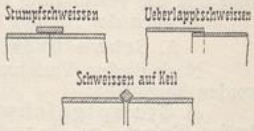


Fig. 27—29.

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

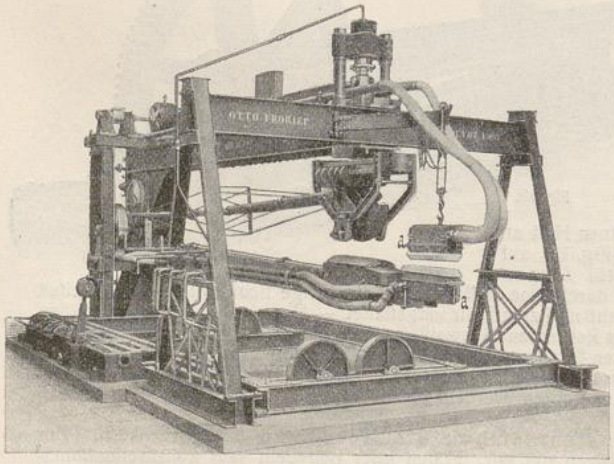


Fig. 32.

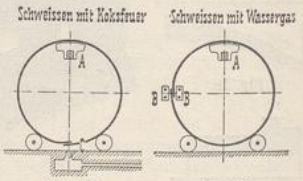


Fig. 30. Fig. 31.

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].

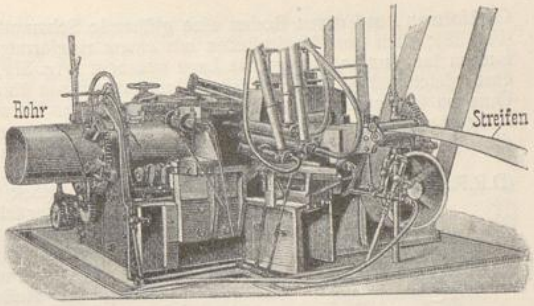


Fig. 33.

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.

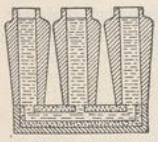


Fig. 34.

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.

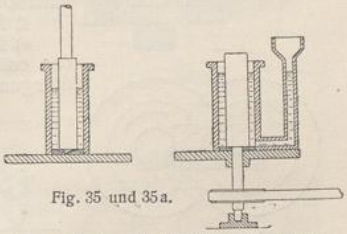


Fig. 35 und 35a.

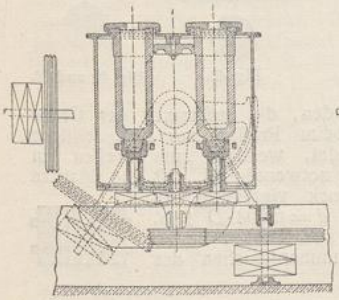
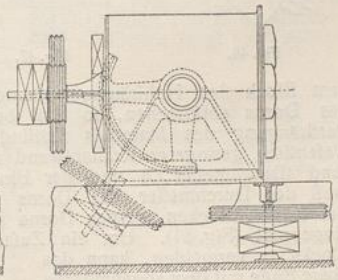
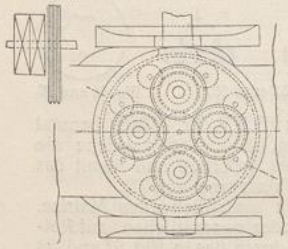




Fig. 36—38.

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].

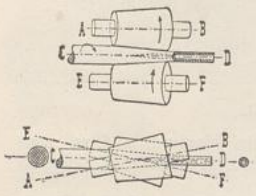


Fig. 39 und 40.



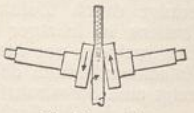


Fig. 41 und 42.

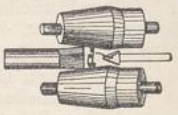
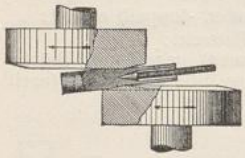


Fig. 43.



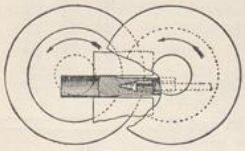


Fig. 44 und 45.

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.

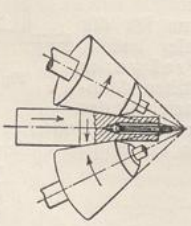


Fig. 46.

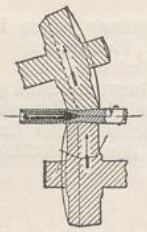


Fig. 47.

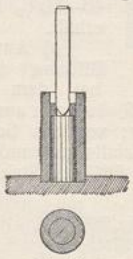


Fig. 48.

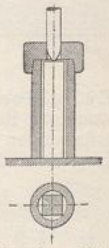


Fig. 49 und 50.

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].

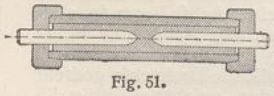


Fig. 51.

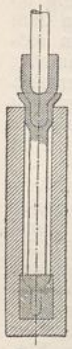


Fig. 52.

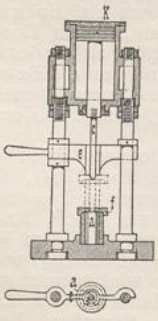


Fig. 53 und 54.







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.

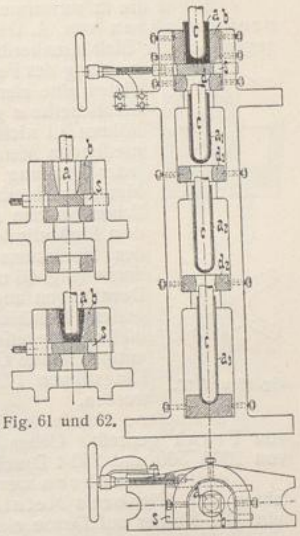


Fig. 61 und 62.

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].



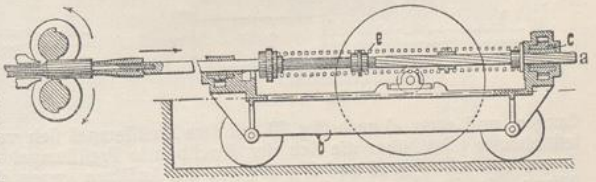


Fig. 63 und 64.

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.

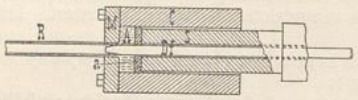


Fig. 65.

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.

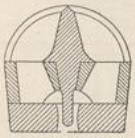




Fig. 66 und 67.



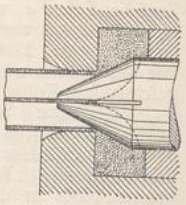


Fig. 68 und 69.

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.

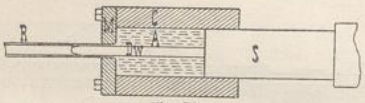


Fig. 70.

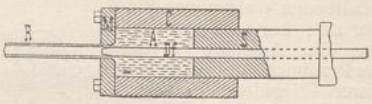


Fig. 71.

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

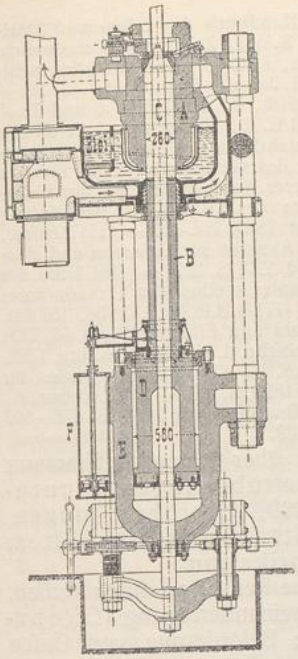


Fig. 74.

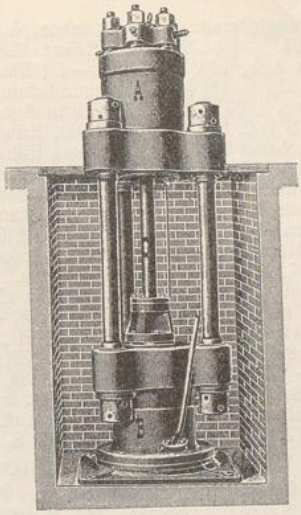


Fig. 72.

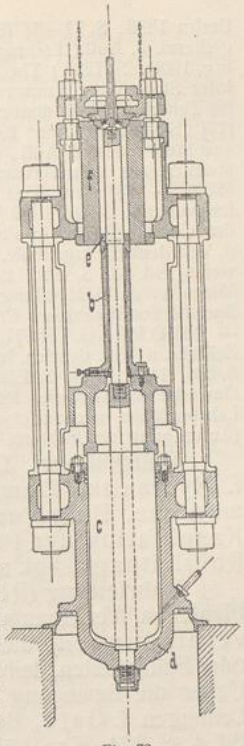


Fig. 73.

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.

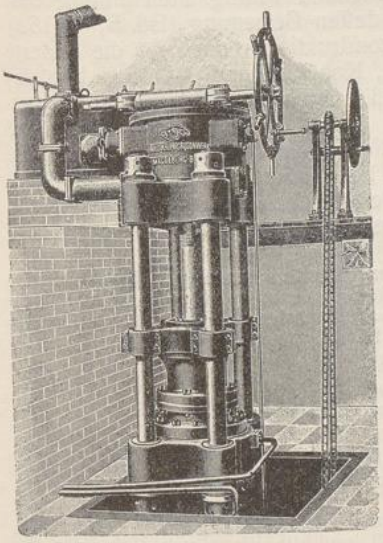


Fig. 76.

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

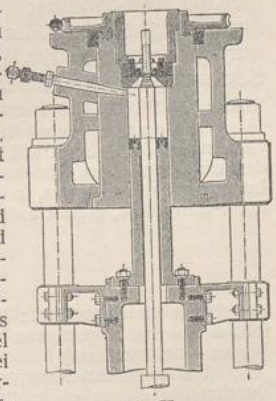


Fig. 75.

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.

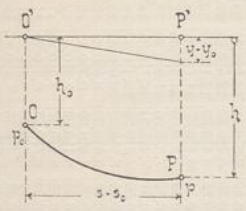


Fig. 1.

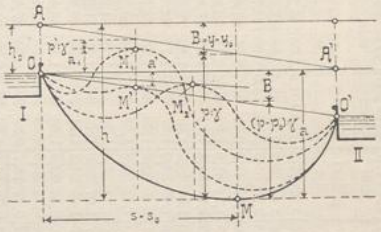


Fig. 2.

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:

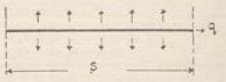


Fig. 3.

$$y - y_0 = \frac{\lambda}{D^5} \int_0^s (q + m\,s)^2 \cdot d\,s + \frac{(u^2 - u_0^2)}{2\,g}.$$

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.

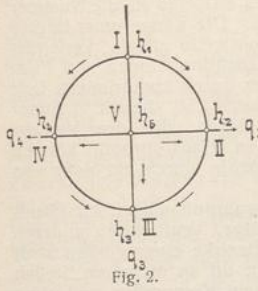


Fig. 2.

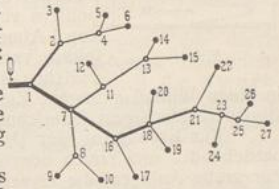


Fig. 1.

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.

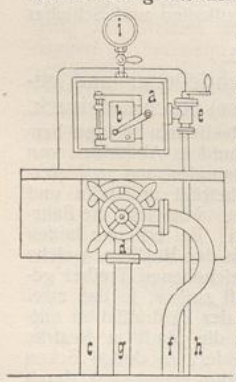


Fig. 2.

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.

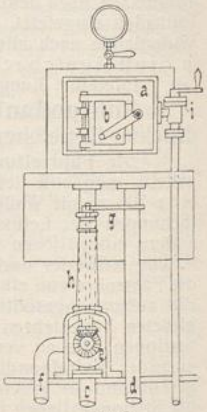


Fig. 3.

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.

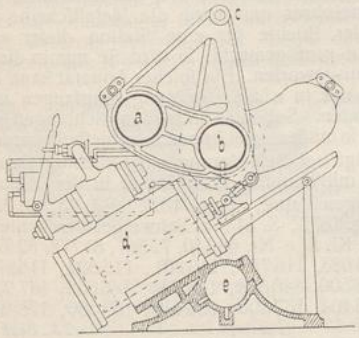


Fig. 5.

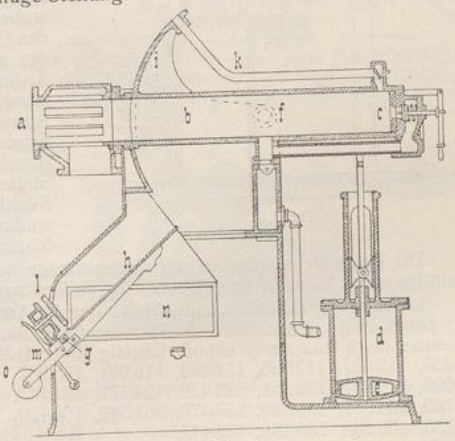


Fig. 4.

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.

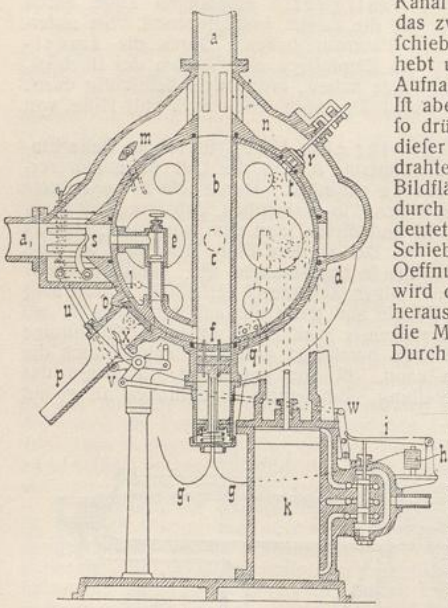


Fig. 6.

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.

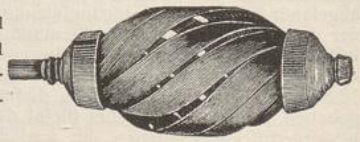


Fig. 1.

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.

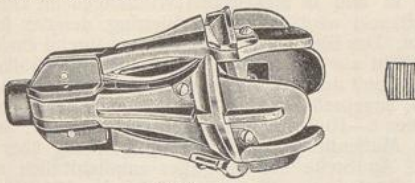


Fig. 3.

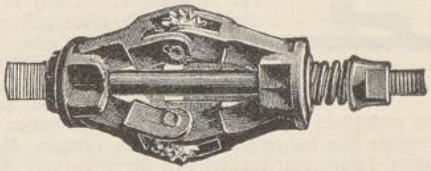


Fig 4.

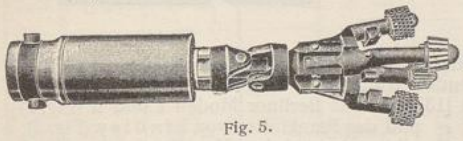


Fig. 5.

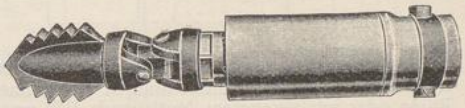


Fig 6

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].

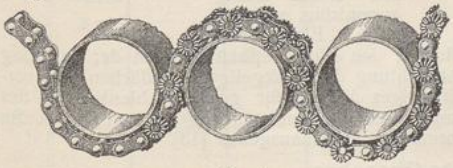


Fig. 7.

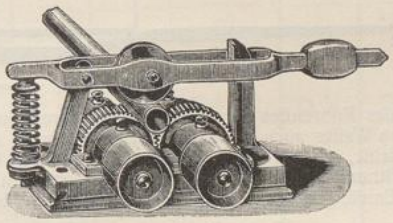


Fig. 8.

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.

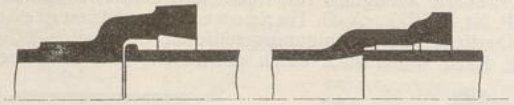


Fig. 3. Fig. 2. Fig. 4

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].

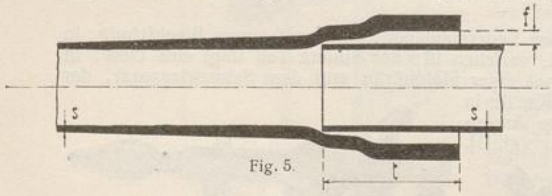


Fig. 5.

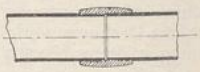


Fig 6.

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

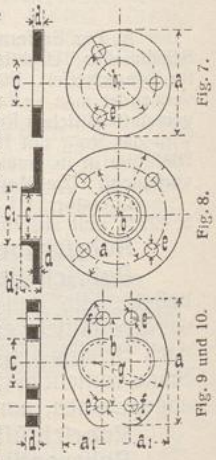
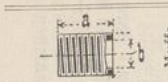
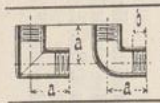
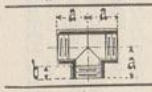
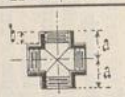
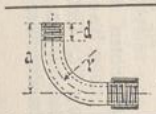
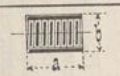
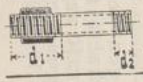
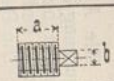
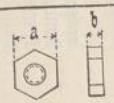


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9 und 10.

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].

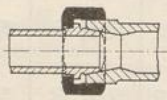


Fig. 21.

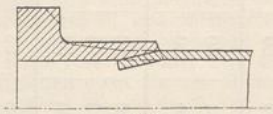


Fig. 22.

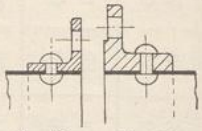


Fig. 23. Fig. 24.

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).

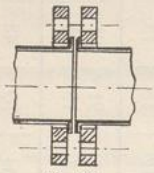


Fig. 27.

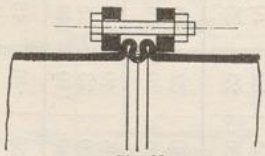


Fig. 28.

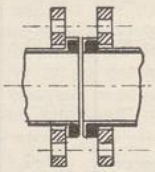


Fig. 25.

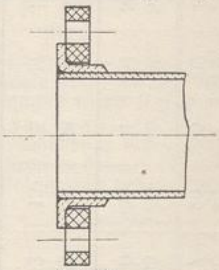


Fig. 26.

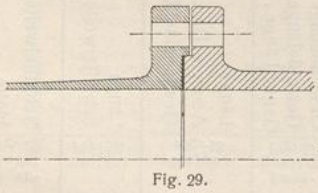


Fig. 29.

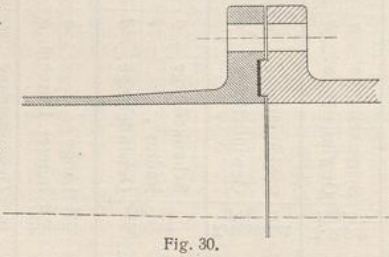


Fig. 30.

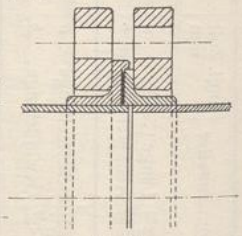


Fig. 31.

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 $D = 160$.

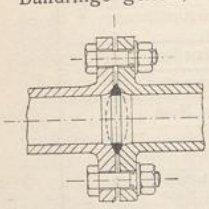


Fig. 33.



Fig. 34.

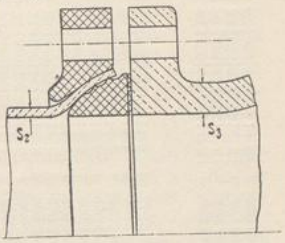


Fig. 32.

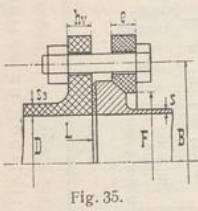


Fig. 35.

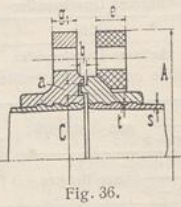


Fig. 36.

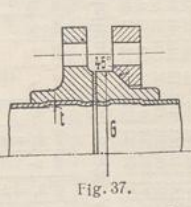


Fig. 37.

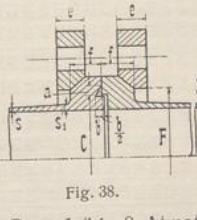


Fig. 38.

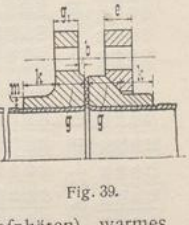


Fig. 39.

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.

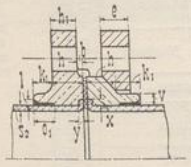


Fig. 42.

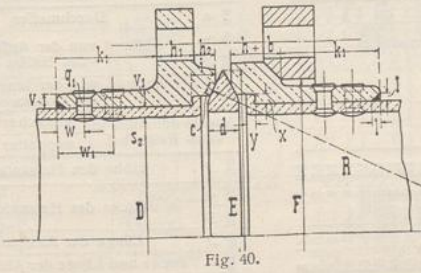


Fig. 40.

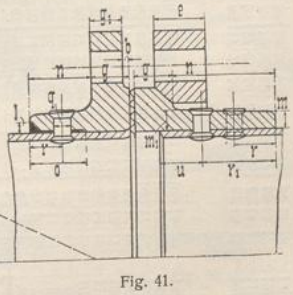


Fig. 41.

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.

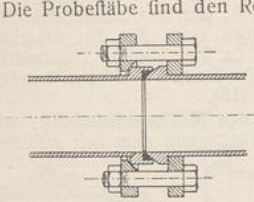


Fig. 43.

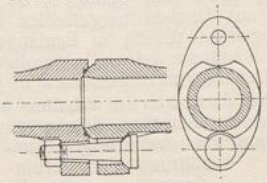


Fig. 44.

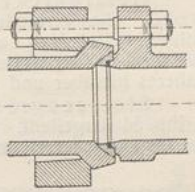


Fig. 45.

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.

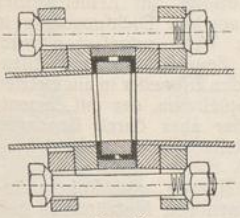


Fig. 46.

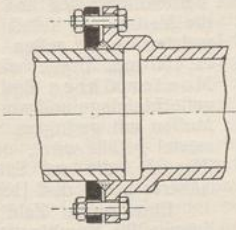


Fig. 47.

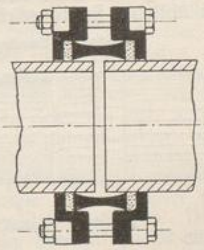


Fig. 48.

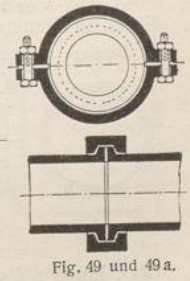


Fig. 49 und 49a.

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.*

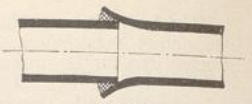


Fig. 50.

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].

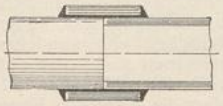


Fig. 51.

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.

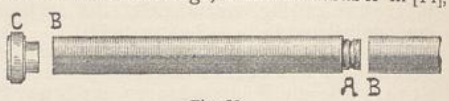


Fig. 52.

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].

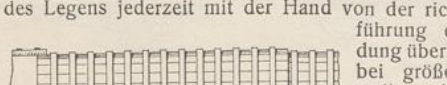


Fig. 53.

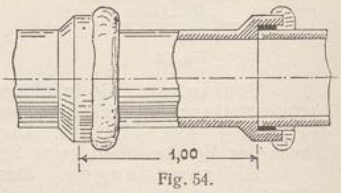


Fig. 54.

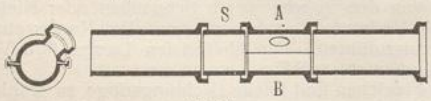


Fig. 55.
S Paßſtück, *A* Abgang, *B* Verbindungsſtück.

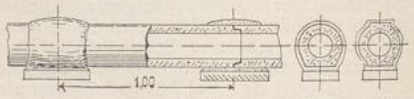


Fig. 56.

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].

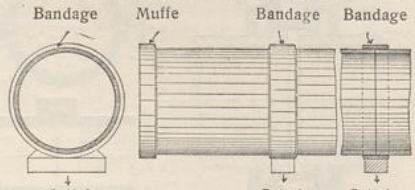


Fig. 57.

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.

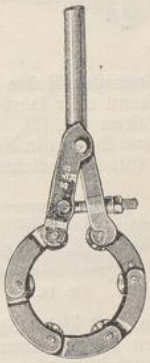


Fig. 3.



Fig. 4.

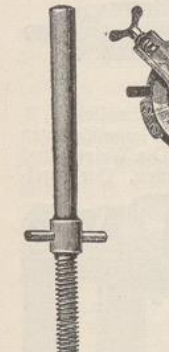


Fig. 6.



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-

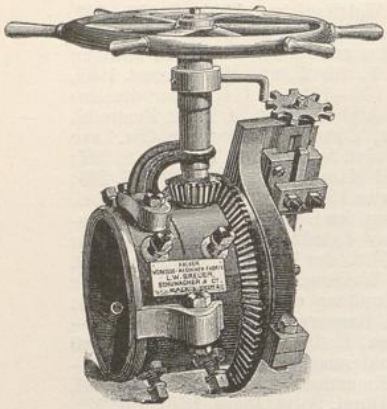


Fig. 8.

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-

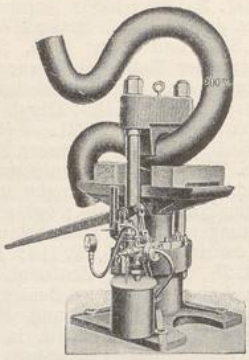


Fig. 11.

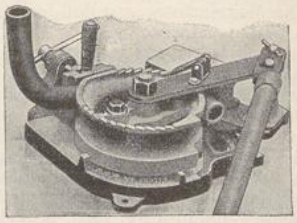


Fig. 10.

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].

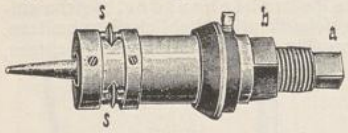


Fig. 9.

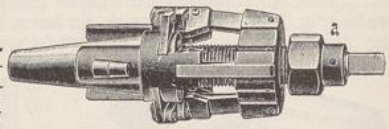


Fig. 13.

Zum **Dichten** von Rohren in Kesselwänden, Flanschen u. s. w. durch Aufwalzen dienen die Rohrdichtmaschinen (Siederohrdichtmaschine, Flanschenaufwalzmaschine). Das Prinzip der



Fig. 14.

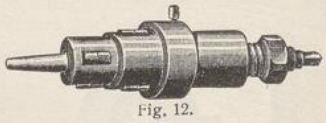


Fig. 12.

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.

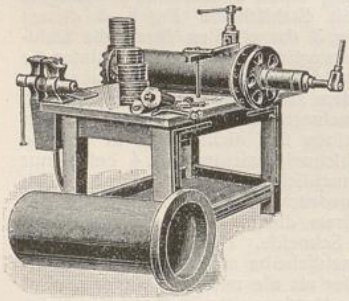


Fig. 15.

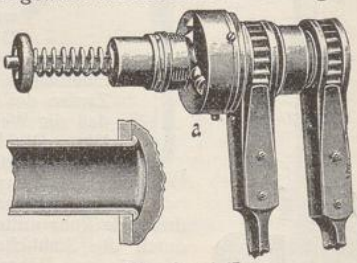


Fig. 16 und 17.

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

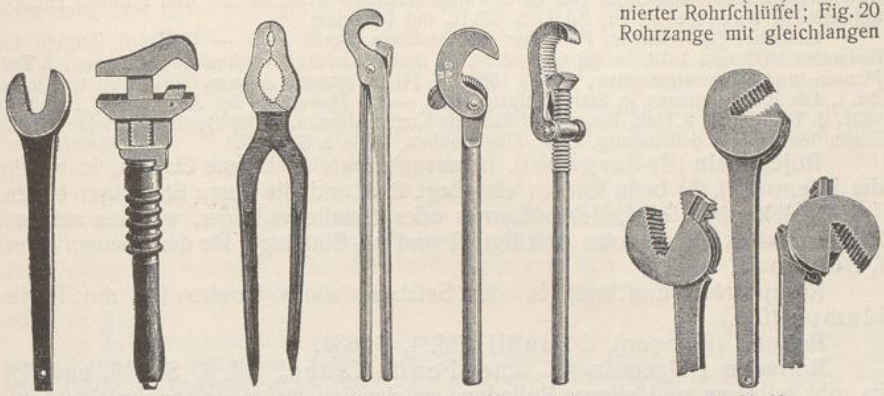


Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24—26.

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.

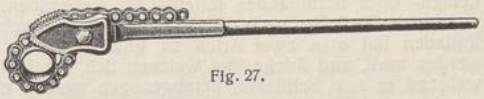


Fig. 27.

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.

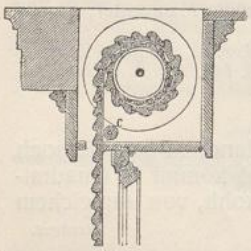


Fig. 1.



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

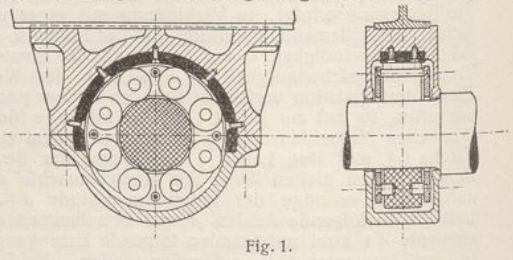


Fig. 1.

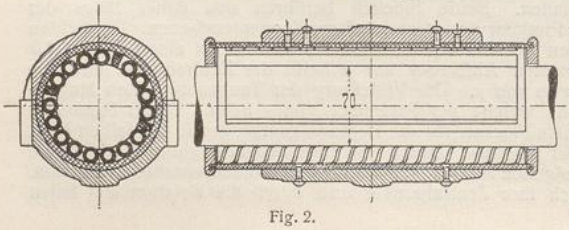


Fig. 2.

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

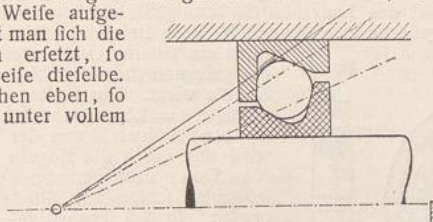


Fig. 4.

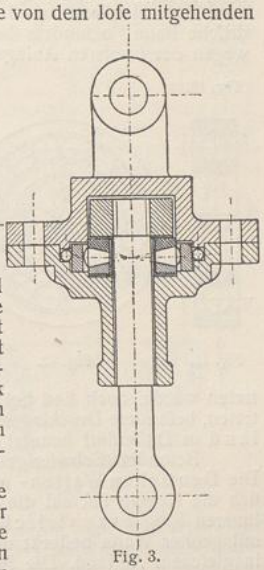


Fig. 3.

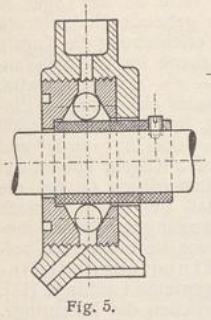


Fig. 5.

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

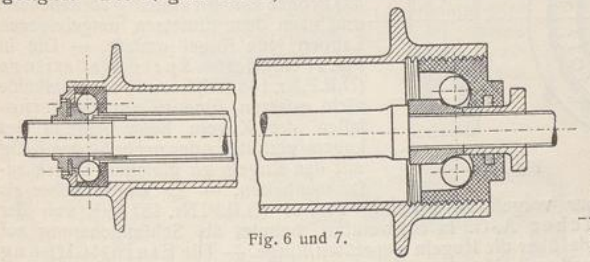


Fig. 6 und 7.

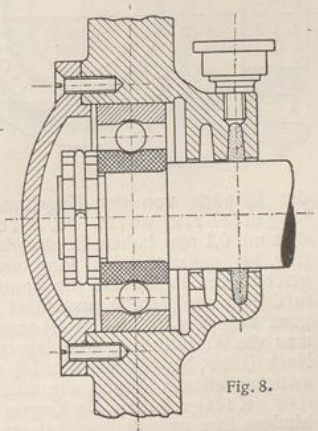


Fig. 8.

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

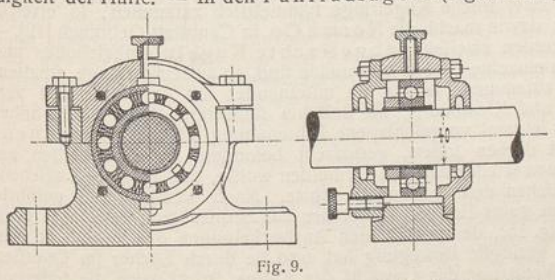


Fig. 9.

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].

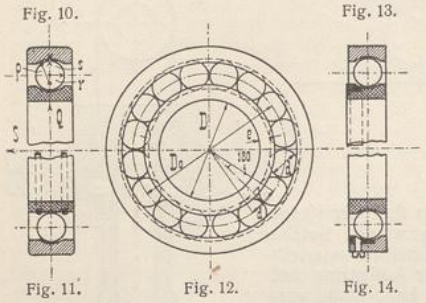


Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.

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.

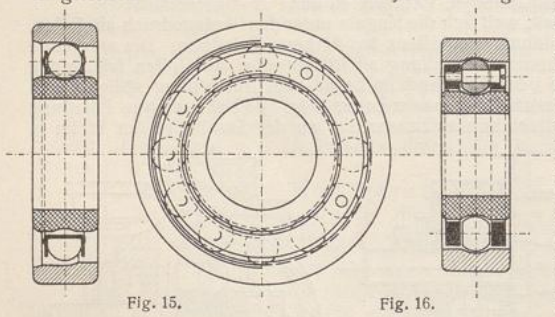


Fig. 15. Fig. 16.

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.

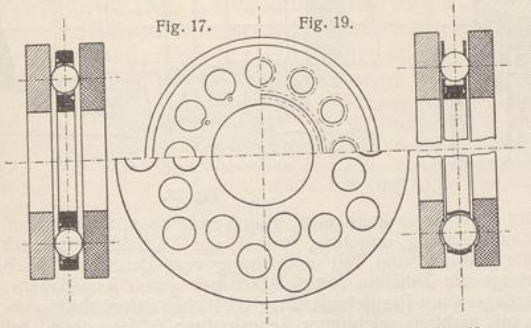


Fig. 18. Fig. 21. Fig. 20.

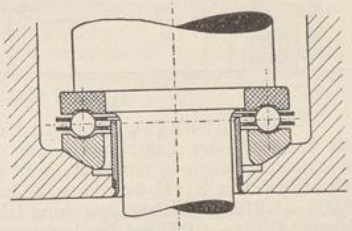


Fig. 22.

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

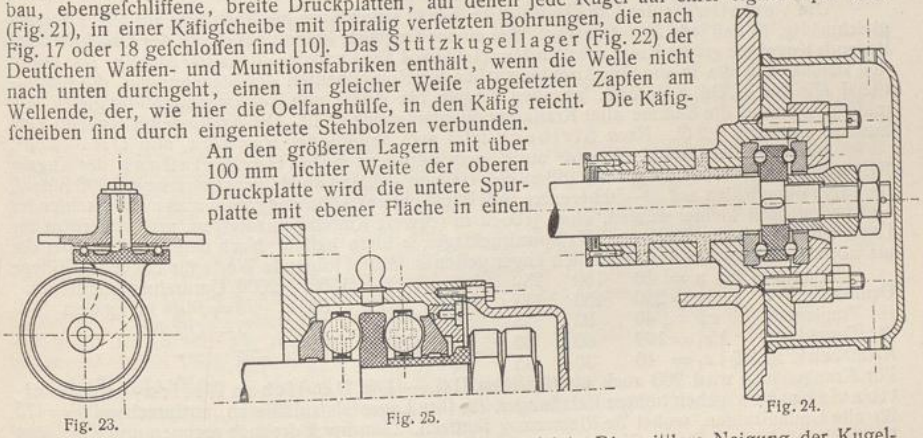


Fig. 23. Fig. 25. Fig. 24.

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.

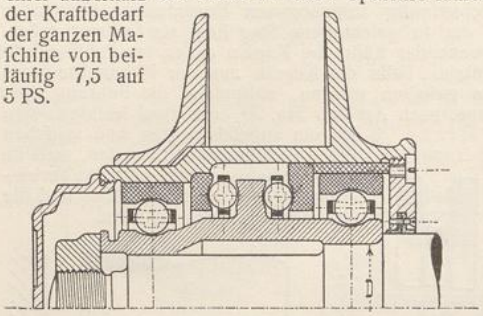


Fig. 26.

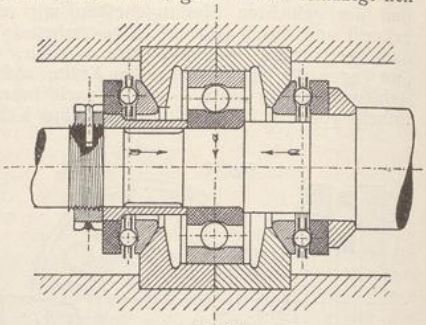


Fig. 27.

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.

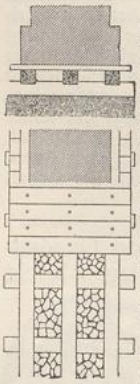


Fig. 1.

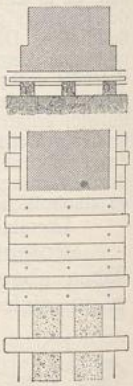


Fig. 2.

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

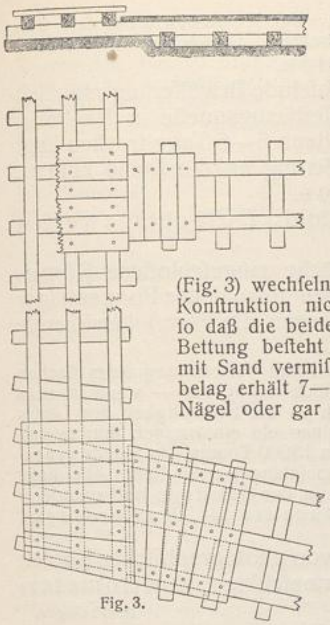


Fig. 3.

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].

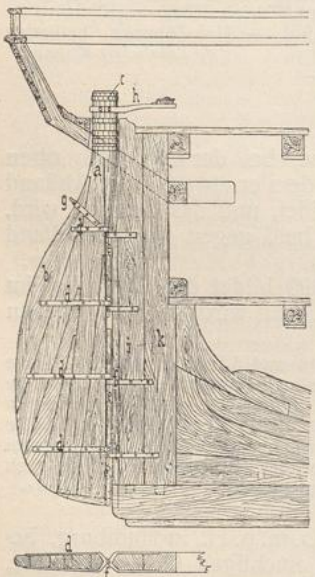


Fig. 1a. *a* Ruderherz. *b* Ruderſchegg. *c* Ruderkopf. *d* Ruderſcheren. *e* Ruderfingerlinge. *f* Ruderöſen. *g* Schäkel für die Sorgleine. *h* Ruderpinne. *i* Ruderſteven. *k* Binnenſteven.

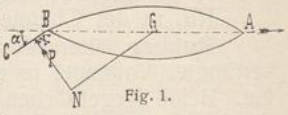
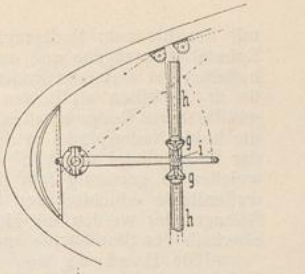


Fig. 1.

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



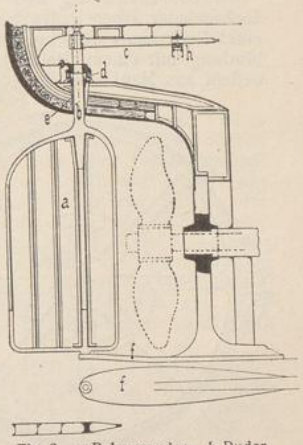


Fig. 2. *a* Balanceruder. *b* Ruderſpindel. *c* Ruderpinne. *d* Rollenkranz. *e* Ruderkoker. *f* Kielſteg. *g* Rudertalje. *h* Gleitſchiene. *i* Gleitſchuh.

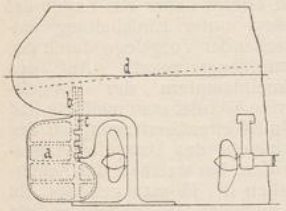


Fig. 3. *a* Balanceruder. *b* Ruderſpindel. *c* Fingerlingſpindel. *d* Panzerdeck.

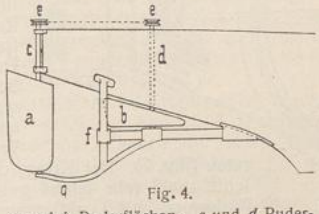


Fig. 4. *a* und *b* Ruderflächen. *c* und *d* Ruderſpindel. *e* Kettenrad. *f* Wellenbock. *g* Hacke.

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.

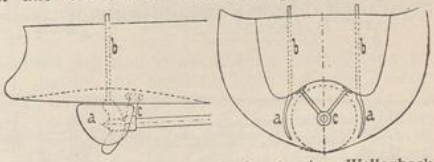


Fig. 5. *a* Doppelruder. *b* Ruderſpindel. *c* Wellenbock.

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].

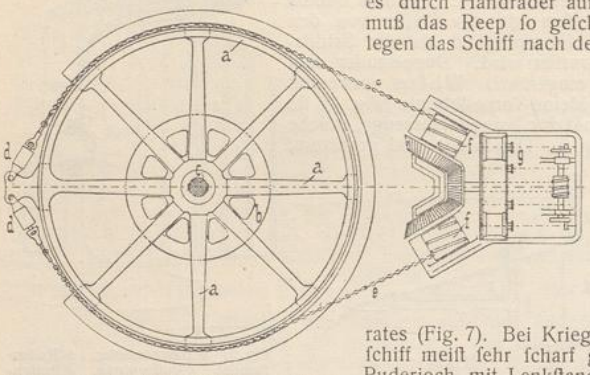


Fig. 7. *a* Rad. *b* Bremsſcheibe. *c* Ruderſpindel. *d* Federn. *e* Kette. *f* Kettentrommel. *g* Dampfſteuerapparat.

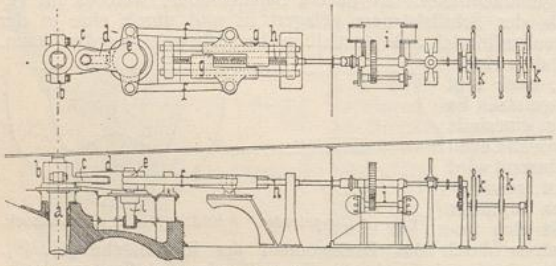


Fig. 8. *a* Ruderſpindel. *b* Ruderjoch. *c* Ruderpinne. *d* Gegenpinne. *e* Zwiſchenjoch. *f* Lenkſtangen. *g* Schraubenmutter. *h* Schraubenſpindel. *i* Dampfſteuerapparat. *k* Handräder. *l* Zwiſchenwelle.

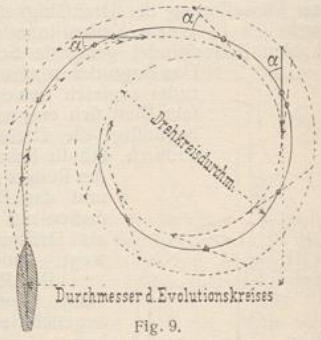


Fig. 9.

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.

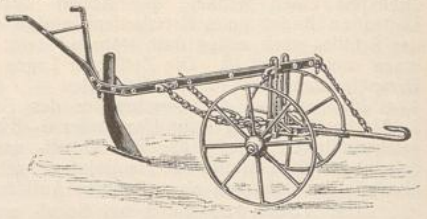


Fig. 1.

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

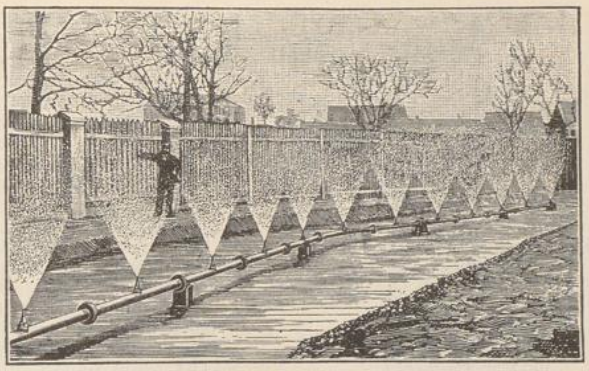


Fig. 1.

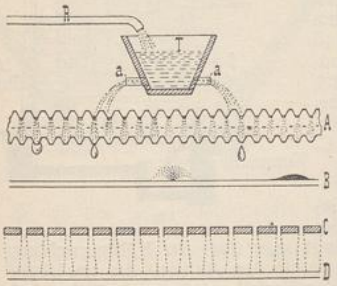


Fig. 2.

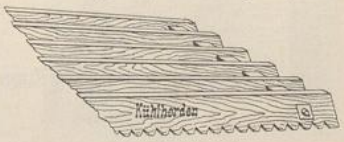


Fig. 3.

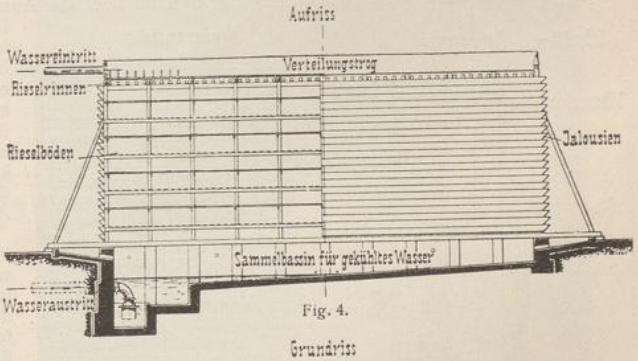


Fig. 4.

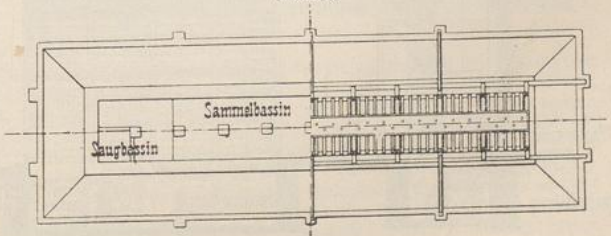


Fig. 5.

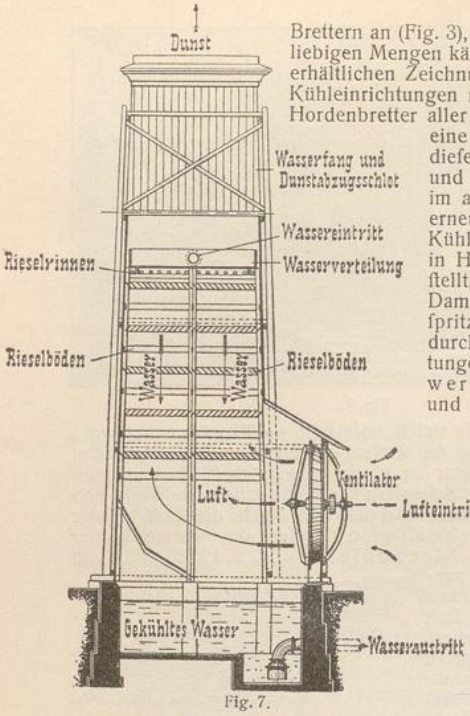


Fig. 7.

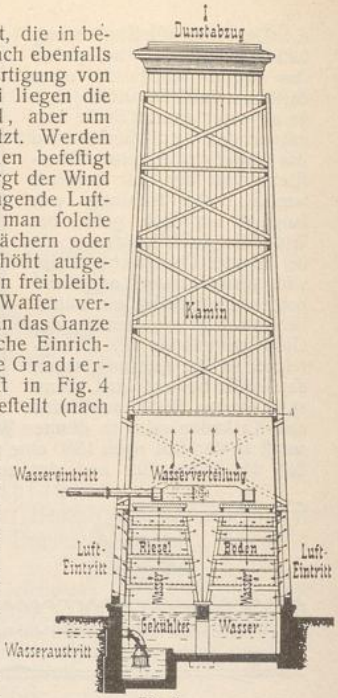


Fig. 6.

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.

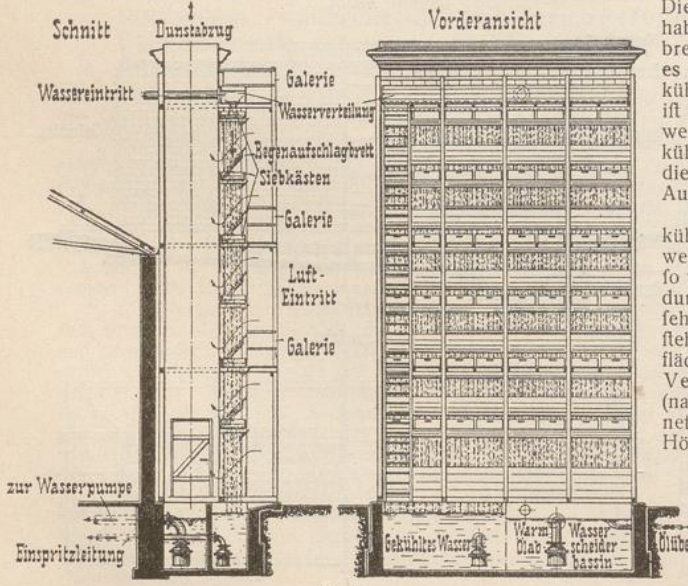


Fig. 8.

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

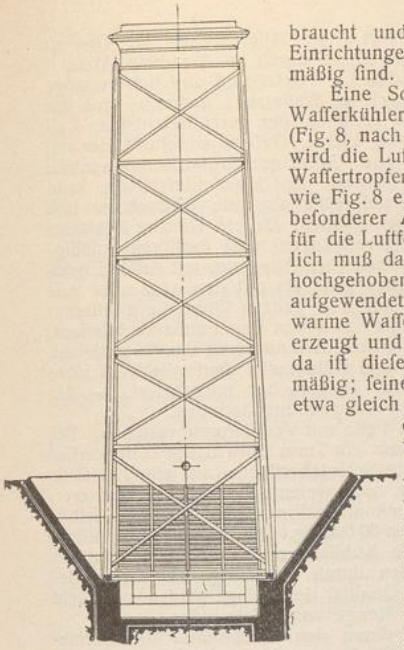


Fig. 9.

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.

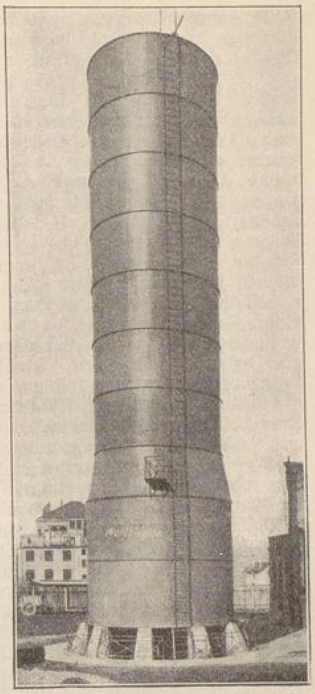


Fig. 10.

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.

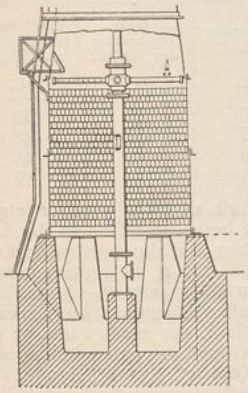


Fig. 12.

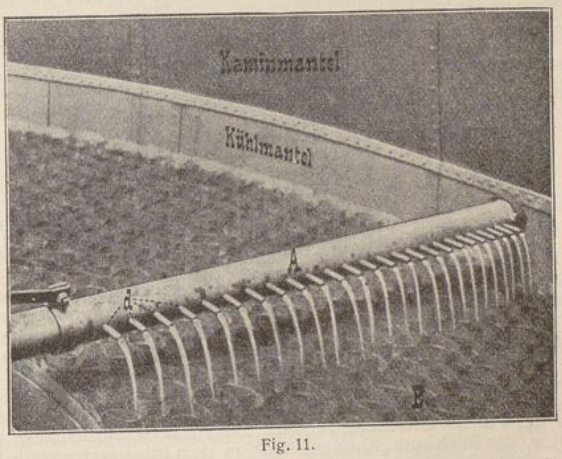


Fig. 11.

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].

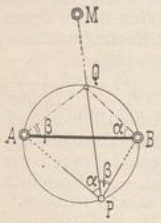


Fig. 2.

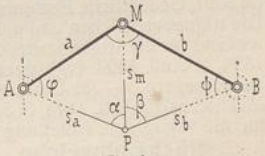


Fig. 1.

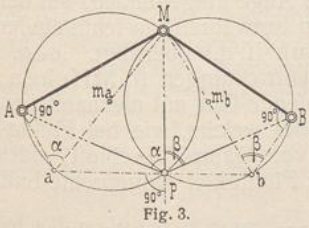


Fig. 3.

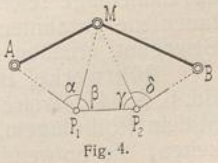


Fig. 4.

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.

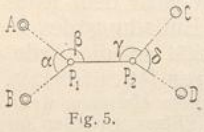


Fig. 5.

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.

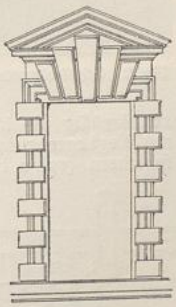
Rußfänger, ſ. Dampfkeſſeleinmauerung, Lokomotive und Schornſtein.

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].

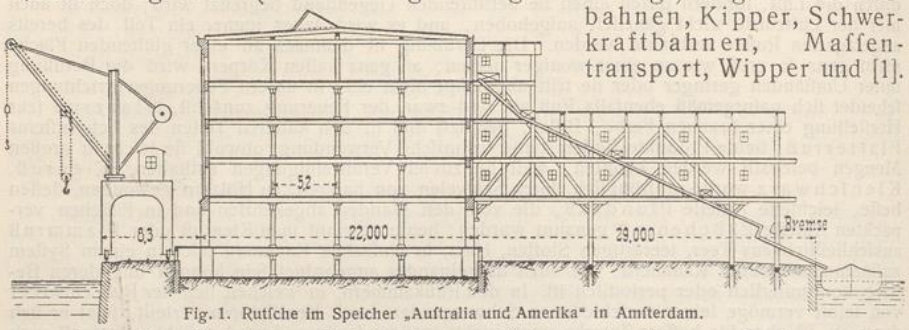


Fig. 1. Rutſche im Speicher „Auſtralia und Amerika“ in Amſterdam.

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.

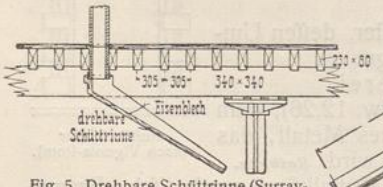


Fig. 5. Drehbare Schüttrinne (Surray-Commercial-Docks, London).

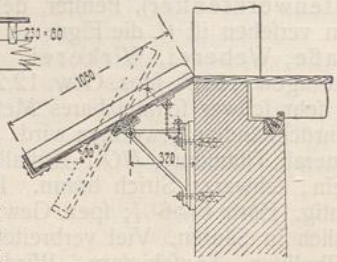


Fig. 3. Rutſche mit Kippe und Wegbegrenzung.

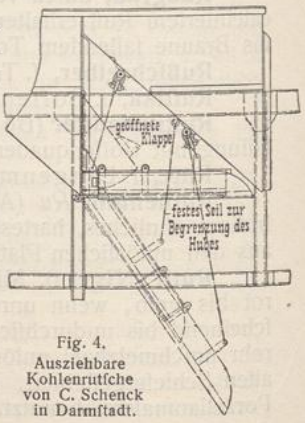


Fig. 4. Ausziehbare Kohlenrutſche von C. Schenck in Darmſtadt.

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.

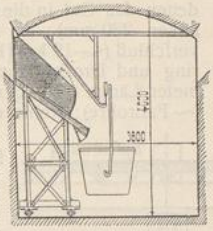


Fig. 6. Fahrbare Entleerungsrutsche im Gaswerk Berlin-Tegel.

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.

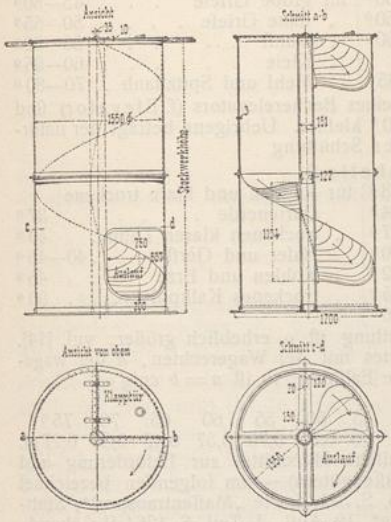


Fig. 7—10. Wendelrutsche von Dauber.

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.

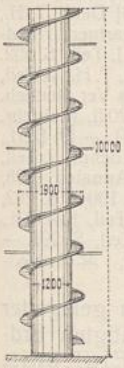


Fig. 11 und 12. Wendelrutsche für Ziegel (Patent A. Dauber).

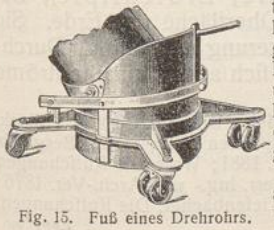


Fig. 15. Fuß eines Drehrohrs.

Zu den Fallrohren gehören auch die mit Schiebern und Endleisten versehenen Sackrohre, aus

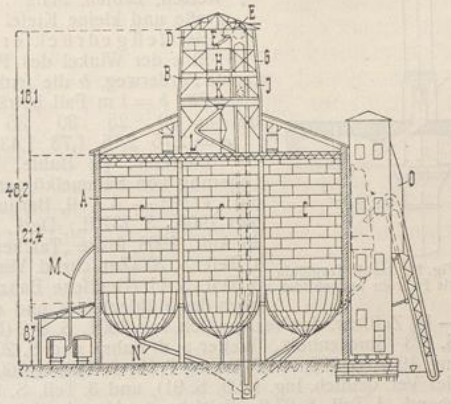


Fig. 13. Great-Northern-Elevator in Buffalo. *A* Zellenunterbau. *B* Stockwerkaufbau. *C* Silos. *D* Triebwerkboden. *E* Becherwerke. *F* Drehrohre. *G* Behälterboden. *H* Behälter. *J* Wiegeboden. *K* Wiegevorrichtungen. *L* Drehrohre. *M*, *N* Fallrohre. *O* Schiffselevator.

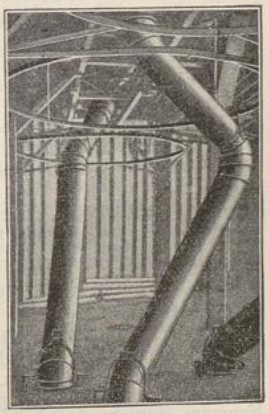


Fig. 14. Drehrohre.

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).

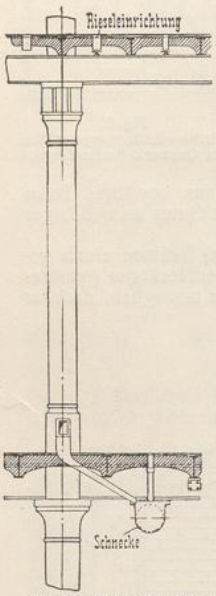


Fig. 16. Hohle Tragſäule als Fallrohr ausgebildet.

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

S

in der Chemie Zeichen für Schwefel (sulfur); auf der Stellfcheibe engliſcher Uhren Abkürzung für slowly (langſam); im engliſchen Handelsverkehr s = shilling; als Zahlzeichen im Griechiſchen $\sigma' = 200$, $\sigma = 200000$.

Saal, der größte und weiteſte Raum einer Wohnung oder eines öffentlichen Gebäudes, welcher für geſellige oder feſtliche Zwecke oder zur Verſammlung einer größeren Menſchenmenge dient. Je nach ſeinen verſchiedenen Beſtimmungen erhält er ſeine Geſtalt, Größe, Erhellung, Ausſchmückung u. ſ. w. Im allgemeinen müſſen Länge und Breite des Saals in einem günſtigen Verhältniſſe unter ſich und zur Höhe ſtehen. Letztere ſollte nie weniger als die halbe Länge oder zwei Drittel der Breite betragen. Die Länge verhalte ſich zur Breite wie 2 : 1, wie 5 : 3 oder 3 : 2. Quadratiſche Säle wirken nur in kleinen Abmeſſungen günſtig. Die Tagesbeleuchtung kann durch gewöhnliches Seitenlicht, bei großen Sälen durch ſeitliches Hochlicht oder durch Oberlicht erfolgen. Die Umfaſſungsmauern ſind jeweils ſtärker anzuordnen, damit bei den größeren Spannweiten der Decken u. ſ. w. Schwankungen und Schub vermieden werden.

An Sälen, für beſondere Zwecke angeordnet und eingerichtet, unterſcheiden wir 1. Geſellſchaftsſaal. Ein direkter Zugang vom Vorplatz aus iſt nicht gerade erforderlich, um ſo mehr aber eine gute Verbindung und Lage zu den angrenzenden Räumen, mit welchen er durch weite Flügel- oder Schiebetüren verbunden ſein muß. 2. Der Speiſeſaal iſt in ſeiner Größe abhängig von der Anzahl der Perſonen bezw. Stellung und Breite der Tiſche; letztere = 0,80—1,30 m; für Stuhltiefe, von Tafelkante an gemeſſen, = 0,55—60 m, Breite des Platzes = 0,55—0,60 m, Gänge für Bedienung an der Wand = 0,90 m, zwiſchen den Tiſchen = 1,15 m, ſo daß Flächenraum für eine Perſon = 1,0—1,20 qm vorzuſehen iſt. Für zwei Tiſchreihen ſoll die Saalbreite mindeſtens 7,5 m betragen [6]. Sowohl in Gaſthöfen wie in herrſchaftlichen Wohnungen ſchließt ſich ein Anrichte- oder Servierzimmer (Office) an, etwa durch Aufzug mit der Küche in Verbindung. Die Ausſtattung wird außer reichen und hohen Täferungen auch Wandgemälde, die ſich auf Jagd, Feld- oder Weinbau beziehen, zulaſſen. — Für muſikaliſche Aufführungen dient 3. der Konzertſaal; dieſer hat in erſter Linie der Anforderung zu entſprechen, daß in ihm ſowohl der Ton der Einzelſtimme als auch der Geſamtchöre oder des Orcheſters deutlich und klar zur Wirkung kommen. Vor allem muß alſo ein Widerhall der Töne vermieden werden und ſind deshalb die glatten Wandflächen durch Niſchen und Glieder zu unterbrechen, die ſcharfen Winkel und Ecken zu runden und im übrigen die flache Decke nicht übermäßig hoch zu legen. Durch Erfahrung iſt feſtgeſtellt, daß eine Höhe von mehr als 14 m nicht mehr günſtig wirkt. Um bei einer Zuhörerzahl von mehr als 1000 Perſonen die Weite des Saales nicht zu ſehr zu ſteigern, ſind Emporen oder Galerien anzuordnen, welche entweder an den Seitenwänden frei hervorragen oder auf Unterſtützungen ruhen oder aber bei durchbrochenen Seitenwänden ſich nach hinten vertiefen. Für die Muſiker und Sänger iſt ein erhöhtes Podium (ſ. d.) mit anſteigenden Stufen an der einen Schmalſeite anzuordnen. Für angemeſſene Zugänge und Vorplätze mit Windfängen ſowie auch bequem gelegene und hinreichend große Garderoben iſt zu ſorgen. Muſtergültige Konzertſäle ſind: das Gewandhaus in Leipzig (ſ. Singakademie und [8]), die Tonhalle in Zürich [7]. Oft dient dieſer Raum auch als: 4. Ball- oder Tanzſaal. Für ſolchen muß eine Muſikgalerie mit beſonderem Zugang angebracht ſein und um den Saalboden ringsum eine breite Stufe ziehen, auf welcher die Zuſchauer Platz finden. Der Fußboden iſt in eichenen Parketts zu belegen und ſollte tunlichſt elaſtiſch ſein. Für Zuführung friſcher Luft, jedoch ohne läſtigen Zug, iſt zu ſorgen. Die Ausſchmückung zeige einen heiteren Charakter, unter reicher Anwendung von Spiegeln, Draperien u. ſ. w. — 5. Für Verſammlungszwecke ernſter Art dienen in fürſtlichen Schlöſſern der Thron- und Audienzſaal, in ſtädtiſchen und ſtaatlichen Gebäuden die Rats- und Sitzungsſäle verſchiedener Art, für Reichstag, Landtag u. ſ. w. [3], für das Schwurgericht, Schöffengericht [3] (ſ. Gerichtsgebäude). — 6. Für Unterrichtszwecke kommen in Betracht: a) Der Hörſaal, der bei Hochſchulen in kleinen Abmeſſungen denſelben Anforderungen entſprechen muß wie der Schulſaal der Mittelſchulen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(ſ. Schule); für größere Zuhörerzahl (etwa 150—200 Hörer), jedoch mit anſteigenden Sitzreihen. An Flächenraum iſt zu rechnen ſamt Gängen 1,10 qm für den Hörer. Der größeren Tiefe wegen iſt die Beleuchtung von zwei Seiten oder aber durch Oberlicht zu geben. b) Der Zeichenſaal iſt gegen Norden zu legen und ſoll dahin tunlichſt viele Fenſterfläche erhalten. An Flächenraum für Tiſche und Gänge iſt für einen Platz 3,6—4,0 m zu rechnen. — 7. Der Schlafſaal in Erziehungsanſtalten für Kinder und Erwachſene, Klöſtern, Kaſernen (ſ. d.), Kadettenhäuſern (Bd. 5, S. 255), Krankenhäuſern (ſ. d.) iſt für eine größere Zahl von Betten, ſelten über 25—30, einzurichten und dabei 4,5—6,0 qm Fläche oder 25—30 cbm Luftraum pro Bett zu rechnen. Dieſe ſtehen einzeln und frei oder ſind mit leichten Scherwänden oder Vorhängen umgeben, je nach dem Grade der Beaufſichtigung. Im Saale oder im Nebenraum ſind Waſchtiſche aufzuſtellen, welche mit Waſſerzu- und -ableitung zu verſehen ſind. — Für Kunſtzwecke dienen: 9. Der Gemäldeſaal, Antiken- oder Skulpturenſaal, der Aktſaal, letzterer für Zeichnen nach lebendigen Figuren. Bei großen Räumen erfolgt die Beleuchtung am beſten mittels Oberlichtkonſtruktion ([1], Bd. 6, S. 728, und Gemäldegalerie, Bd. 4, S. 373 ff.). Dies bietet den Vorteil, daß alle Wände benutzbar und gleichmäßig erleuchtet werden; ſie ſind in einem gebrochenen, nicht zu hellen Tone zu färben, um die auszuſtellenden Gegenſtände gut hervortreten zu laſſen.

Ein Gebäude, deſſen weſentlichſter Teil ein Saal iſt, heißt Saalbau. Dieſer dient vornehmlich als öffentliches Vergnügungs- oder Feſtlokal zur Abhaltung von Muſik- und Geſang-, Ball- oder Maskenfeſten für mehrere Hunderte oder Tauſende von Teilnehmern [1].

Dabei bildet der Saal den alle andern Teile überragenden Mittelpunkt, an welchen ſich ringsum die Nebenräume in einem oder zwei Stockwerken anſchließen. Zu den ſchon oben unter 3. und 4. genannten Nebenräumen kommen noch Aufſichts- und Verwaltungsräume ſowie eine Anzahl von Wirtſchaftsräumen, beſonders mehrere glänzende Speiſe- und Kaffeeſäle, nebſt den nötigen Betriebs-, Küchen- und Vorratsräumen, hinzu, welche in einem entſprechenden Verhältniſſe ſtehen müſſen; ferner ſind Wohnungen für Aufſichtsbeamte und den Wirt unterzubringen ([4], S. 738).

In manchen Gegenden bedeutet Saal ſ. v. w. Diele, Vorplatz. Im Mittelalter bezeichnete Saal auch die ganze fürſtliche Behauſung (heute = Hof).

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbbd., 4. Heft, S. 173, 200, 302, 336, 373, 407, Darmſtadt 1893. — [2] Ebend., 4. Teil, 6. Halbbd., 1. Heft, Darmſtadt 1889. — [3] Ebend., 4. Teil, 7. Halbbd., Darmſtadt 1887, S. 3, 70, 80—84, 246, 403, 461. — [4] Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 2. — [5] Klaſen, L., Grundrißvorbilder, Leipzig 1884. — [6] Guyer, Hotelweſen der Gegenwart, 2. Aufl., Zürich 1885. — [7] Schweizer Bauztg., Bd. 20. — [8] Leipzig und ſeine Bauten, Leipzig 1892.

Weinbrenner.

Saalband (Salband), ſ. Gang, Bd. 4, S. 255.

Saalfelder Grün, ſ. Schweinfurtergrün.

Saccharate, die Verbindungen, welche der Rohrzucker mit Baſen, wie Kalk, Strontian, Baryt, einzugehen vermag (ſ. Bd. 5, S. 547).

Saccharimeter (Saccharometer), Zuckermeſſer, Vorrichtungen, um den Prozentgehalt wäſſeriger Zuckerlöſungen zu beſtimmen.

Es ſind zweierlei Apparate zu unterſcheiden, die Aräometer (ſ. d.) und die Polarimeter (ſ. Zirkularpolariſation), die ſich bis auf einen gewiſſen Grad gegenſeitig ergänzen, ſoweit beide aber unzulänglich ſind, durch die chemiſche Analyſe ergänzt werden müſſen. Sofern man es mit reinen wäſſerigen Löſungen einer und derſelben Zuckerart zu tun hat, führen beide Methoden zum Ziel, die erſtere mit einfacheren Hilfsmitteln, aber nach umſtändlicherem, die Temperatur berückſichtigendem Verfahren, die letztere, optiſche Methode unter bequemer Einſtellung und Ableſung, aber mit teuern Apparaten. Die Aräometer geben entweder, als Saccharometer geteilt, ſogleich den Prozentgehalt an, falls die Löſung bei der bezeichneten Normaltemperatur, etwa 15° C., gemeſſen wird, oder aber ſie erfordern eine Berechnung des Zuckergehalts aus dem gemeſſenen ſpezifiſchen Gewicht. Dazu können Tabellen verwendet werden, wie ſolche für Löſungen von Saccharoſe in [1], nach Angaben Gerlachs in [2], für die Temperatur von 17,5°, oder in den Berechnungen von Scheibler [3] für die Temperatur von 15° aufgeſtellt ſind. Die letzteren Tabellen laſſen ſich auf die Formel bringen: $s = 1 + 0{,}0083886\,p + 0{,}00001384\,p^2 + 0{,}000000035\,p^3$, worin p die Gewichtsprozente wäſſeriger Löſungen von Saccharoſe und s das zugehörige ſpezifiſche Gewicht (Waſſer bei 15° = 1) bezeichnet. Für die praktiſche Anwendung bequemer wird die Formel nach p aufgelöſt: $p = 25{,}62\,t - 2{,}15\,t^2 + 0{,}15\,t^3$, worin $t = 10\,(s - 1)$ geſetzt iſt. Als größter Wert von p, der vollſtändig geſättigten Löſung entſprechend, iſt 75% angegeben. Auch für die optiſche Beſtimmung des Prozentgehaltes von Zuckerlöſungen verweiſen wir auf die in [1] gegebenen Tabellen; S. 692—792 enthalten für eine größere Zahl verſchiedener Zuckerarten und andrer organiſcher Körper die Angabe des ſpezifiſchen Drehungsvermögens, d. h. des Winkels in Graden, um welchen die Ebene von polariſiertem Natriumlicht gedreht wird beim Durchgang durch eine Säule der Löſung von 0,2 m Länge pro Gramm Zucker in 100 ccm Löſung. Dieſe Größe iſt in etwas von der Konzentration und von der Temperatur abhängig. Mit Vernachläſſigung dieſer Veränderlichkeit läßt ſich aus dem gemeſſenen Drehungswinkel 2α und der Röhrenlänge l (Dezimeter) die Konzentration c (Zahl der Gramm Zucker in 100 ccm Löſung) berechnen nach den Formeln ([1], S. 703): $c = 0{,}752\,\alpha/l$ bei Rohrzucker, $c = 0{,}947\,\alpha/l$ bei Traubenzucker, $c = 0{,}952\,\alpha/l$ bei Milchzucker, oder auch die Zahl p von Grammen in 100 g der Löſung:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$p = 1{,}49460\,\alpha/l - 0{,}0034460\,\alpha^2/l$ für Rohrzucker. Weiteres in [1] und [4] und im Artikel Zirkularpolariſation.

Literatur: [1] Landolt und Börnſtein, Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, 3. Aufl., Berlin 1905, S. 363/365. — [2] Dinglers Polytechn. Journal, 172, 1864, S. 31. — [3] Neue Zeitſchr. der Rübenzuckerinduſtrie, 25, 1890, S. 37. — [4] Landolt, Das optiſche Drehungsvermögen organiſcher Subſtanzen und deſſen praktiſche Anwendungen, Braunſchweig 1898. *A. Schmidt.*

Saccharin (Anhydroſulfaminbenzoeſäure, Benzoeſäureſulfinid), $C_6H_4\overset{(1)\,CO}{(2)\,SO_2}>NH$, das Imid der o-Sulfobenzoeſäure, jener von J. Remſen und C. Fahlberg entdeckte Süßſtoff, Prismen vom Schmelzpunkt 220°, der etwa 500mal ſüßer als Rohrzucker iſt und in großen Mengen techniſch hergeſtellt wird.

Zu ſeiner Darſtellung wird nach Fahlberg Toluol durch Erwärmen mit Schwefelſäure auf höchſtens 100° in die Monoſulfoſäuren übergeführt und dieſe nacheinander in die Calciumſalze, Natriumſalze und ſchließlich durch Chlorphosphor in die Sulfochloride umgewandelt. Das Gemiſch der entſtandenen Chloride wird durch Abkühlen getrennt. Das der *p*-Säure kriſtalliſiert aus, das der *o*-Säure bleibt flüſſig und wird durch Abſchleudern gewonnen. Das *o*-Sulfochlorid $C_6H_4\overset{(1)\,CH_3}{(2)\,SO_2Cl}$ wird durch Ueberleiten von trockenem Ammoniakgas oder durch Miſchen mit Ammoniumkarbonat in das in Waſſer ſchwer lösliche Sulfamid $C_6H_4{}^{CH_3}_{SO_2NH_2}$ übergeführt und dieſes, durch Auswaſchen mit Waſſer von dem entſtandenen Salmiak befreit, mit verdünnter, ſtets neutral zu haltender Kaliumpermanganatlöſung zur *o*-Benzoeſulfaminſäure $C_6H_4\overset{(1)\,COOH}{(2)\,SO_2NH_2}$ oxydiert, die als Kaliumſalz in der wäſſerigen Löſung bleibt. Auf Zuſatz von Säure ſcheidet ſich aus dieſer Löſung nicht die *o*-Benzoeſulfaminſäure, ſondern deren Anhydrid, das Saccharin, ab. Das Rohſaccharin beſteht etwa nur aus 60% Saccharin und aus 40% *p*-Sulfaminbenzoeſäure. Da das Saccharin in Waſſer ſchwer löslich iſt, ſo wird auch das Natriumſalz $C_6H_4\overset{(1)\,CO}{(2)\,SO_2}>NNa$ dargeſtellt, das in Waſſer leicht löslich und etwa 400mal ſüßer als Rohrzucker iſt. Anfangs wurde, nachdem ſeine Unſchädlichkeit für den menſchlichen Organismus erkannt war, das Saccharin im Nahrungsmittelgewerbe vielfach als Zuckererſatz verwendet. In den Bierbrauereien wurde es, wie durch diesbezügliche Nahrungsmittelprozeſſe an die Oeffentlichkeit gekommen iſt, zur Herrichtung mißratener Sude da und dort benutzt. Es ſollte ferner ſchwach eingeſottenes Bier vollmundiger machen. Als die Nahrungsmittelkontrolle gegen dieſe Pantſcherei einſchritt, verſuchte man es als Konſervierungsmittel in die Brauereien einzuführen. Die einfachſte Methode, das Saccharin in Zucker, Syrupen, Wein u. ſ. w. nachzuweiſen, iſt die Geſchmacksprobe an dem durch Ausſchütteln der geeignet vorbereiteten Materialien mit Aether erhaltenen Aetherabdampfungsrückſtand. Eine weitere Prüfung iſt Ausſchütteln mit einer Miſchung von Aether und Petroläther, Behandeln des Aetherabdampfungsrückſtandes mit Natronlauge, Eindampfen zur Trockene, Erhitzen auf 220—250° C. und Nachweis des gebildeten Natriumſalizylates und -ſulfates. Das reine Saccharin bildet kleine weiße, in etwa 400 Teilen Waſſer lösliche Kriſtalle mit ſchwach ſaurer Reaktion. In ſiedendem Waſſer 1:30 löslich, in Alkohol 1:30, in Aether 1:100. Das Saccharin geht auch unter andern Namen, wie Kriſtalloſe, Monnets Süßſtoff, Sykorin, Sykoſe, Dulcin. Den Verkehr mit ſolchen Süßſtoffen hat man geſetzlich geregelt. Sein Bezug iſt erſchwert, der Verkauf nur den Apotheken vorbehalten. Seine Herſtellung ohne Konzeſſion iſt verboten, ferner ſeine Verwendung bei der Herſtellung von Nahrungs- und Genußmitteln ſowie ſeine Einfuhr und die Einfuhr ſaccharinhaltiger Nahrungsmittel aus dem Auslande. Anwendung: als Zuckererſatz für Diabetiker.

Literatur: Fiſcher, F., Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 731; Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, 3. Aufl., Hamburg und Leipzig 1896, Bd. 2, S. 1296; Schmidt, Pharm. Chemie, Braunſchweig 1901; Bujard-Baier, Hilfsbuch für Nahrungsmittelchemiker, Berlin 1900; Süßſtoffgeſetz vom 7. Juli 1902 (Reichsgeſetzblatt S. 253). *Bujard.*

Sachbeſchädigung, die vorſätzliche oder fahrläſſige, gegen den Willen des Eigentümers verübte Beſchädigung oder Zerſtörung einer in fremdem Eigentum ſtehenden Sache durch eine rechtswidrige, die Brauchbarkeit der Sache beeinträchtigende oder aufhebende Verletzung der Sachſubſtanz.

Strafbar iſt nur die vorſätzliche Sachbeſchädigung. Objekte der Sachbeſchädigung ſind körperliche, d. h. feſte, flüſſige oder gasförmige, ferner bewegliche oder unbewegliche Sachen (auch Tiere), alſo nicht Forderungs-, Eigentums- u. ſ. w. Rechte und nicht der menſchliche Leib. Subjekt der Sachbeſchädigung iſt im Hinblick auf die kriminelle Seite jeder ſtrafmündige Menſch, Reichsſtrafgeſetzbuch § 55 und 56; hinſichtlich der zivilrechtlichen Folgen (Schadenerſatz, ſ. unten) jeder Geſchäftsfähige (B.G.B. § 104, 827 ff.).

Die Sachbeſchädigung wird begangen durch Beſchädigung oder Zerſtörung der Sachſubſtanz, z. B. durch Schmelzen von Eis; Ausſtrömenlaſſen von Gas oder Wein; Beſchmutzen von Textilſtoffen; Werfen eines Buches in das Waſſer; bei Maſchinen unter Umſtänden durch Trennung der einzelnen Teile voneinander oder durch Aufhebung ihres funktionellen Zuſammenwirkens; Ausheben eines Wegweiſers oder eines Waſſerſtandsmerkmals; Nichtfüttern eines in Pflege genommenen Tiers u. ä. m.; nicht z. B. durch Fliegenlaſſen eines Vogels; Werfen eines goldenen Bechers ins Meer; auch nicht durch Verbrauchen einer Sache ihrer wirtſchaftlichen Beſtimmung gemäß, z. B. Abbrennen von Feuerwerk (Diebſtahl! St.G.B. § 242 ff.).

Daß die Sachbeſchädigung eine Wertverminderung mit ſich bringe, iſt nicht erforderlich: Raffael zum Beiſpiel, als er ſeine Madonna della Sedia auf den fremden Faßdeckel malte, wäre

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Deutschland wegen Sachbeschädigung straffällig gewesen; oder: der Verkäufer einer fehlerhaften Sache beseitigt den Mangel an der dem Käufer bereits übergebenen Sache und vermindert so deren Brauchbarkeit als Augenscheinsobjekt im Prozeß. Die Vornahme einer Reparatur gegen den Willen des Eigentümers einer Sache ist objektiv Sachbeschädigung; es wird aber wohl immer am bösen Vorsatz des Täters fehlen.

Die Sachbeschädigung muß eine rechtswidrige sein; dieses Merkmal fehlt, wenn z. B. der Eigentümer einwilligt, wenn der Täter in erlaubter Selbsthilfe, in Notstand oder Notwehr handelt u. ä. m., s. St.G.B. § 51—54, B.G.B. § 227—231, 859, 904, wo aber unter Umständen trotzdem eine Schadenersatzpflicht statuiert ist. Die Sachbeschädigung muß, um schadenersatzpflichtig zu machen, vorsätzlich oder fahrlässig verübt sein, zur Strafbarkeit ist vorsätzliche Begehung erforderlich.

Das Reichsstrafgesetzbuch (neben welchem landesrechtliche Bestimmungen nur in Sachen der Forst- und Feldpolizei in Betracht kommen) behandelt die Sachbeschädigung in den §§ 303—305, zu denen noch die Spezialfälle der §§ 133, 274 (Urkundenbeschädigung, durch Beamte § 348), 134 (Beschädigung von öffentlich angeschlagenen amtlichen Bekanntmachungen u. s. w.), 135 (von Staatshoheitszeichen), 136 (von amtlich angelegten Siegeln), 137 (von gepfändeten Sachen, sogenannter Verstrickungsbruch), 168 (Grabschändung), 315, 316 (Eisenbahntransportgefährdung), 317—318a (Beschädigung von Telegraphen-, Rohrpost- und Fernsprechanlagen), 321 (von Wasserleitungen, Schleusen, Wehren, Dämmen, Brücken, Wegen, von Vorrichtungen zur Wasserhaltung oder Wasserführung oder zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter in Bergwerksbetrieben), 322 (von Feuerzeichen u. ä. im Schiffsverkehr) und endlich 370, Ziff. 1 (unbefugtes Abpflügen und Abgraben) und Ziff. 2 (unbefugtes Graben von Erde, Steinen, Rasen, Lehm, Sand, Mergel, Mineralien u. s. w.) treten.

§ 303 bedroht die vorsätzliche und rechtswidrige Beschädigung oder Zerstörung einer fremden Sache mit Geldstrafe von 3 ℳ bis zu 1000 ℳ oder mit Gefängnis von einem Tag bis zu zwei Jahren; auch der Versuch der Sachbeschädigung wird bestraft. Die Strafverfolgung tritt aber nur ein, wenn der durch die Tat unmittelbar Betroffene (also der Eigentümer, der Mieter, der Entleiher, der Käufer, wenn ihm die Sache bereits übergeben war u. s. w.) beim Amtsgericht oder bei der Staatsanwaltschaft schriftlich oder zu Protokoll, bei den Behörden oder Beamten des Polizei- oder Sicherheitsdienstes (Gendarmen) schriftlich binnen drei Monaten, seit er von der Sachbeschädigung und von der Person des Täters Kenntnis erhielt, „Strafantrag" stellt. Gehört der Täter zu den Verwandten oder Verschwägerten auf- oder absteigender Linie, Adoptiv- oder Pflegeeltern oder -kindern, Geschwistern oder deren Ehegatten des Antragsberechtigten, ist er dessen Ehegatte oder Verlobter, so kann der Strafantrag jederzeit bis zur Verkündung eines auf Strafe lautenden Urteils zurückgezogen werden; die Zurücknahme hat aber zur Folge, daß der Antragsteller die Kosten zu tragen hat.

Unter strengere Strafe stellt der § 304 die Beschädigung oder Zerstörung der sogenannten res sacrae, religiosae, publicae, als da sind: Gegenstände der Verehrung einer Religionsgesellschaft oder solche, welche dem Gottesdienst gewidmet sind, Grabmäler, öffentliche Denkmäler, Gegenstände der Kunst oder Wissenschaft oder des Gewerbes, welche in dem Publikum offen stehenden Sammlungen aufbewahrt oder sonst öffentlich aufgestellt sind, Gegenstände, die zum Nutzen des Publikums oder zur Verschönerung öffentlicher Wege, Plätze oder Anlagen dienen, z. B. Bäume, Bänke, Laternen, Automaten. Auch hier ist der Versuch strafbar. Einerlei ist, in wessen Eigentum die in § 304 aufgezählten Gegenstände stehen; auch ihr Eigentümer kann Täter nach § 304 sein. Die Verfolgung ist von einem Strafantrag nicht abhängig. Die Strafandrohung geht auf Gefängnis von einem Tag bis zu drei Jahren oder Geldstrafe von 3 ℳ bis zu 1500 ℳ; neben einer Gefängnisstrafe von mindestens drei Monaten kann auch Verlust der bürgerlichen Ehrenrechte auf 1—5 Jahre ausgesprochen werden.

Wer ein in fremdem Eigentum stehendes Gebäude oder Schiff, Brücke, Damm, Straße, Eisenbahn oder ein andres Bauwerk (d. h. die nach den Regeln der Baukunst vorgenommene und mit dem Boden dauernd verbundene Zusammenfügung von Baumaterialien) ganz oder teilweise zerstört, wird nach § 305 mit Gefängnis von einem Monat bis zu fünf Jahren bestraft, ohne daß es eines Strafantrags bedürfte; der Versuch ist strafbar. Wird aber durch eine solche Handlung eine Gefahr für den Eisenbahntransport oder für Leben und Gesundheit andrer herbeigeführt, so kommen die strengeren Strafen der §§ 315, 321 zur Anwendung.

Wo die Beschädigung von Sachen begriffsnotwendig zum Tatbestand einer andern strafbaren Handlung gehört, z. B. beim Einbruchsdiebstahl, bei der Brandstiftung u. ä., so wird natürlich erstere nicht noch besonders neben der letzteren bestraft. —

Jede vorsätzlich oder fahrlässig verübte Sachbeschädigung verpflichtet den Täter zum Schadenersatz, B.G.B. § 823, d. h. in erster Linie zur Herstellung des Zustands, der bestünde, wenn der zum Ersatz verpflichtende Umstand nicht eingetreten wäre, B.G.B § 249. Wenn der Betroffene Ersatz in Geld fordert, wenn die Herstellung nicht möglich oder zur Entschädigung des Forderungsberechtigten nicht genügend wäre, muß der Ersatzpflichtige denselben in Geld entschädigen; der Ersatzpflichtige darf dies tun, wenn die Herstellung nur mit unverhältnismäßigen Aufwendungen möglich ist, B.G.B. § 251. Die Regel wird Schadenersatz in Geld sein.

Wer Schadenersatz in Geld zu leisten hat, muß den Schaden ersetzen, welchen der Betroffene objektiv erlitten hat; es muß also überhaupt ein Schaden entstanden und dieser Schaden muß nach objektivem Maßstab (also nicht nach reiner Liebhabertaxe) ermittelbar sein und in Zahlen ausgedrückt werden können. Ist eine Sache zerstört worden, so ist ihr Wert zu vergüten, der durchaus nicht notwendig mit ihrem Preis übereinstimmen muß; war die Sache alt, so kann nicht der Wert einer neuen gefordert werden. Den Wert der noch vorhandenen Materialien einer zerstörten Sache muß der Ersatzberechtigte auf seine Forderung sich nicht anrechnen lassen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wohl aber iſt er verpflichtet, die für ihn wertlos gewordene Sache auf Verlangen dem Schadenerſatzpflichtigen zur Verwertung der noch verwendbaren Materialien zur Verfügung zu ſtellen.

Das Bürgerliche Geſetzbuch kennt eine Reihe von Fällen, wo neben dem Täter oder an Stelle desſelben Dritte für den angerichteten Schaden erſatzpflichtig ſind, ſo in erſter Linie der Prinzipal; ſteht der Prinzipal mit dem Eigentümer der beſchädigten Sache in einem Vertragsverhältnis und ſtiftet der Angeſtellte bei Erfüllung der Verbindlichkeit ſeines Prinzipals Schaden, ſo haftet letzterer neben dem (zahlungsfähigen?) Angeſtellten auf Erſatz des ganzen Schadens, B.G.B. § 278. Beiſpiel: ein Spediteur übernimmt einen Umzug; bei Ausführung desſelben beſchädigt ein Packer des Spediteurs vorſätzlich oder fahrläſſig ein Möbelſtück des Auftraggebers. Stiftet ein Angeſtellter einem Dritten, mit welchem der Prinzipal nicht in vertraglichen Beziehungen ſteht, an ſeinen Sachen Schaden, ſo muß der Prinzipal gleichfalls Erſatz leiſten; er kann ſich aber hievon befreien dadurch, daß er ſich von dem Betroffenen einklagen läßt und dann im Prozeß den Nachweis führt, er, der Prinzipal, habe bei der Auswahl ſeiner Angeſtellten, bei der Beſchaffung der erforderlichen Gerätſchaften oder bei der Leitung der Ausführung die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beobachtet, B.G.B. § 831. Beiſpiel: der Möbelwagenführer reißt vorſätzlich oder fahrläſſig eine ſtädtiſche Straßenlaterne um. Näheres ſ. Haftpflicht.

Kinder unter ſieben Jahren und Bewußtloſe ſind für den Schaden, den ſie einem andern zufügen, nicht verantwortlich, B.G.B. § 827, 828, Minderjährige nur nach Maßgabe des § 828, Abſ. 2. Haben über ſolche Perſonen Dritte kraft Geſetzes (z. B. Eltern, Vormünder, Lehrherrn) oder auf Grund eines Vertrags (z. B. Erzieher, Lehrer, Irrenwärter u. ſ. w.) die Aufſicht zu führen, ſo haften dieſe Aufſichtspflichtigen für Schadenerſatz, wenn ſie nicht den Nachweis erbringen, daß ſie ihrer Pflicht genügt haben oder der Schaden trotz gehöriger Aufſicht entſtanden wäre, B.G.B. § 832. Uebrigens fällt die Aufſicht über Volljährige, wie ſie im Hausweſen, im Verhältnis des Dienſtherrn zum Geſinde, des Prinzipals zum Angeſtellten vorkommt, nicht unter § 832 (vgl. aber die oben behandelten §§ 278, 831). Kann Schadenerſatz von einem aufſichtspflichtigen Dritten nicht erlangt werden, ſo kann Erſatz auch von dem nach § 827, 828 nicht Verantwortlichen verlangt werden, wenn die Billigkeit dies erfordert und demſelben nicht die zum ſtandesmäßigen Unterhalt ſowie zur Erfüllung ſeiner geſetzlichen Unterhaltspflichtigen (gegen Kinder u. ſ. w.) erforderlichen Mittel entzogen werden, B.G.B. § 829.

Haben mehrere die Sachbeſchädigung gemeinſchaftlich begangen oder war einer der Anſtifter und ein andrer der Täter, ſo haftet dem Beſchädigten jeder einzelne für den vollen Erſatz des angerichteten Schadens; das gleiche gilt, wenn ſich nicht ermitteln läßt, wer von mehreren Beteiligten den Schaden durch ſeine Handlung verurſacht hat, B.G.B. § 830. Unter ſich können dann die mehreren Schadenerſatzpflichtigen den Ausgleich nach § 840, 426 B.G.B. treffen.

Wer Schadenerſatz in Geld zu leiſten hat, muß die Erſatzſumme mit 4 % verzinſen, B.G.B. § 849, 246. Der Anſpruch auf Schadenerſatz verjährt in drei Jahren von dem Zeitpunkt ab, wo der Verletzte von dem Schaden und der Perſon des Erſatzpflichtigen Kenntnis erlangt hat, unter allen Umſtänden aber in dreißig Jahren, B.G.B. § 852.

Literatur: Die Kommentare zum Reichsſtrafgeſetzbuch von Olshauſen und Frank; die Strafrechtslehrbücher von Meyer und Liſzt; die Kommentare zum Bürgerlichen Geſetzbuch zur Lehre vom Schadenerſatz, von Plank und Staudinger. *Sick.*

Sachſe, ſ. Herdarbeit.

Sack, niederländiſches Getreidemaß = 1 hl; auch engliſches Wollgewicht = $^1/_{12}$ Laſt = $3^1/_4$ engl. Zentner = 364 engl. Handelspfund oder 165,11 kg. Ein Sack Reis in Bombay = 76,2 kg.

Sackaufzüge, diejenigen Aufzüge, bei welchen die Laſt unmittelbar am Tragorgan der Aufzugmaſchine befeſtigt und frei ſchwebend, ohne geführten Fahrkorb oder Förderſchale befördert wird. — S. a. Elevator.

Die einfachſte, zuweilen in hohen Scheunen vorkommende Form des Sackaufzuges beſteht in einer im Sparrwerke des Gebäudes angebrachten Rolle, über die ein endloſes Seil gelegt iſt. Die aufzuziehenden Getreidegarben werden durch Seilhaken erfaßt und durch Ziehen an der andern Seilhälfte gehoben.

Die Sackaufzüge finden beſonders in Speichern Verwendung. Die Laſtbahn liegt entweder außerhalb oder innerhalb des Gebäudes; im erſteren Falle erhält die Frontwand desſelben in jedem Stockwerk, welches als Ladeſtelle beſtimmt iſt, eine Luke von genügender Breite, im zweiten Falle dagegen müſſen die Fußböden der Stockwerke mit Oeffnungen zum Durchgange der Laſt verſehen ſein. — Die Aufzugmaſchine beſteht gewöhnlich in einer einfachen Wand- oder Bockwinde, die meiſt von Hand, in größeren Anlagen auch maſchinell betrieben wird. Erforderlich iſt für dieſe Winden, ſobald ſie nicht ſelbſtſperrende Schneckenradwinden ſind, Sperrzeug und Bremsvorrichtung, die zweckmäßig ſelbſttätig als Schleuderbremſen, Drucklagerbremſen u. ſ. w. ausgeführt werden, wie z. B. die Stauffer-Magy-Winde von Briegleb, Hanſen & Co. in Gotha [1].

Die Windevorrichtung wird je nach örtlichen Verhältniſſen in irgend einem Stockwerke des Speichers aufgeſtellt, das Laſtſeil oder die Laſtkette wird bei außerhalb des Gebäudes liegender Laſtbahn von der Windetrommel aus mit Hilfe geeignet angeordneter Leitrollen nach einem im oberſten Stockwerke angebrachten Ausleger geführt, der ſo weit vor der betreffenden Gebäudemauer nach außen hervorragt, daß die Laſten, ohne ſich an dieſer zu ſcheuern, gehoben werden können. Bei den einfachſten derartigen Anlagen trägt der Ausleger am äußerſten und inneren Ende je eine Leitrolle für das Laſtſeil, welches durch erſtere einen gewiſſen Abſtand, 1—1,5 m, von der Mauer erhält. Dieſe Anordnung birgt aber nicht unerhebliche Gefahren für die Bedienungsmannſchaft, weil dieſe genötigt iſt, die frei ſchwebende, pendelnde Laſt nach dem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Innern des Gebäudes hereinzuziehen, eine Arbeit, die um so gefährlicher ist, je kürzer das Seil und je größer die Last ist. Dasselbe gilt auch dann, wenn die Last aus dem Gebäudeinnern nach außen abzulassen ist. Um diese Gefahren zu vermeiden, ordnet man die äußere Rolle des Auslegers nicht an diesem, sondern in einer auf dem, alsdann aus zwei parallelen Balken bestehenden Ausleger, beweglichen Laufkatze an, die mit Hilfe einer einfachen Windevorrichtung oder andrer geeigneter Mittel vor und zurück bewegt werden kann. Die Last wird mit Hilfe dieser Katze im obersten Stockwerk bis in das Innere des Gebäudes, in den unteren Stockwerken bis hart an die Gebäudemauer gefahren und ist dann leichter nach innen zu ziehen.

Noch zweckmäßiger ist die in Fig. 1 dargestellte, von E. Becker, Berlin-Reinickendorf ausgeführte, jedoch nur für eine Be- oder Entladestelle bestimmte Einrichtung [1]. Der Ausleger besteht hier aus zwei parallelen, im Abstande von ca. 600 mm voneinander angeordneten Trägern *a*; jeder derselben wird außen durch ein in der Leibung der 1,5 m breiten Luke vermauertes U-Eisen unterstützt und ist nach dem Innern des Gebäudes bis zu einem passenden Stiel oder der gegenüberliegenden Gebäudewand verlängert. Auf den Auslegerträgern *a* läuft mit vier Rädern der aus U-Eisen hergestellte Wagen *b*, der am vorderen Ende die Seiten- oder Kettenrolle *c*, am andern Ende aber das Windengerüst *d* mit der Winde trägt, die also fahrbar angeordnet ist. Die größte Ausladung des Lasthakens beträgt bei dieser Anlage 2,00 m, die größte Belastung 1500 kg, und die mit doppeltem Vorgelege ausgerüstete Winde ist statt der Windetrommel mit einem fünfzähnigen Daumenrad versehen. Sie hat Sperradbremse und selbsttätige Schleuderbremse. Bei dieser Anordnung bleibt die Windeluke in ihrer ganzen Breite für den Durchgang der Last frei, und diese kann bis in das Innere des Gebäudes gefahren werden.

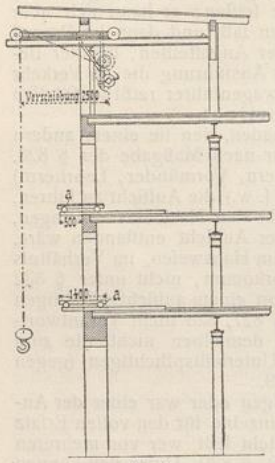


Fig. 2.

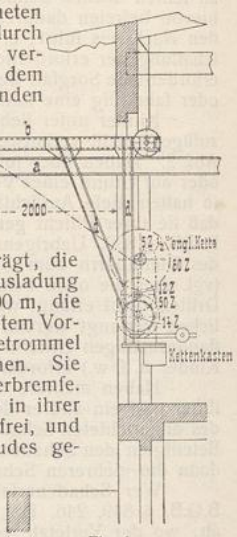


Fig. 1.

Ein ähnlicher Sackaufzug, jedoch für mehrere Ladestellen, ist in Fig. 2 skizziert [1]. Die Anordnung des Auslegers und der Winde entsprechen der soeben beschriebenen; in jedem unteren Stockwerke sind aber noch zwei kürzere Ausleger vorgestreckt, auf denen ein kleiner vierrädriger Wagen *a a* läuft, der zur Aufnahme der mit der Winde gehobenen Last dient, die nun gefahrlos in das Innere des betreffenden Stockwerkes gefahren werden kann. Auch das Herausbefördern von Lasten ist gefahrlos zu bewerkstelligen. Bei Aufzügen mit nur einer Ladestelle, die zur Beförderung größerer Gegenstände, z. B. von Maschinen, dienen, verwendet man nicht selten derartige Hilfswagen.

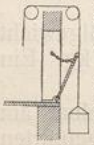
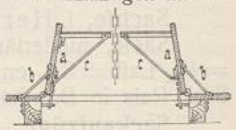


Fig. 3.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei Auslegern ohne Laufkatze sowohl das Hereinziehen als auch das Hinauslassen der Lasten nicht unerhebliche Unfallgefahr bietet. Es muß daher wenigstens auf jeder Seite der Luke ein langer Handgriff angebracht werden, an denen sich die Arbeiter festhalten können. Auch muß in jeder Luke eine Barrierestange in Brüstungshöhe angebracht sein, damit bei Nichtbenutzung der Luke Personen nicht verunglücken können. Die zum vollständigen Verschluß der Luken dienenden Türen werden nicht selten in der Höhe geteilt, so daß der untere Teil derselben als Brüstung dienen kann, wenn der obere Teil geöffnet ist. Statt der Barrierestange empfiehlt sich auch eine um ein horizontales Scharnier drehbare Klappe, Fig. 3, die für gewöhnlich etwas nach außen geneigt steht und in dieser Stellung durch Seitenkette festgehalten wird. Die aufsteigende Last drängt die Klappe, die zum Schutze des Seiles an ihrer oberen Kante mit einer Rolle versehen ist, zurück und kann nun ohne Gefahr für die Arbeiter hereingezogen werden [2].



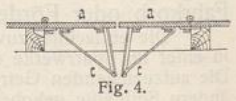


Fig. 4.

Bei den im Innern der Gebäude angeordneten Sackaufzügen können die Luken in den Fußböden der einzelnen Stockwerke ebenfalls zu Unfällen Veranlassung geben und müssen daher mit geeigneten Sicherheitseinrichtungen versehen sein. Eine einfache Einrichtung besteht darin, daß man die Luke für gewöhnlich mit einer zweiteiligen Klappe geschlossen hält. Die aufsteigende Last hebt diese Deckel, die sich hinter der Last selbsttätig wieder schließen. Beim Niederlassen von Lasten müssen aber diese Klappen von den Arbeitern angehoben und offen gehalten werden, bieten dann aber nur auf zwei Seiten Schutz, während die beiden anderen Seiten der Luke ungeschützt bleiben. Um die Luke nicht bloß beim Aufziehen, sondern auch beim Herablassen von Lasten vollständig zu umfriedigen, hat man die in Fig. 4 dargestellte Einrichtung getroffen. Jede der beiden um Scharniere drehbaren Klappen *a* ist auf der unteren Seite mit zwei aus Winkeleisen hergestellten Winkeln *c* versehen, die bei geöffneten und durch die Stangen *b* festgestellten Klappen den Verschluß der beiden freien Seiten der Luke bilden [2].

Literatur: [1] Ernst, Die Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903. — [2] Bericht über die Allgemeine Deutsche Ausstellung für Unfallverhütung, Berlin 1889. *K. Specht.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sackbohrer, Gerät zum Ausbaggern beim Senken von hölzernen Senkröhren (ſ. d.) oder engen gemauerten Brunnen.



Sackbohrer.

An einem Bügel *b b* (ſ. die Figur), deſſen äußerer Rand als Schneide ausgebildet iſt, iſt ein Sack *J* aus Leder oder Leinen befeſtigt. Sack und Bügel ſind am Baggerſtiel *s t* angebracht, der unten in einen Dorn *s* ausläuft; letzterer wird beim Arbeiten in den Boden gedrückt und bildet den Stützpunkt, um welchen Bügel und Sack gedreht werden. Zu letzterem Zwecke iſt oben ein Hebel *h* angebracht, den man mit der Hand drehen kann. Der gefüllte Sack wird mit Hilfe einer Kette *a* oder eines Seiles hochgezogen und entleert.

Schmitt-Darmſtadt.

Sackbohrer (nach Saffenberg und Clermont), ſ. Schachtabteufen.

Sackfüllmaſchine, ſ. Mehlpackmaſchine.

Sackleinwand, ſ. Weberei.

Sackmaß der Dammſchüttungen.

Bei locker geſchütteten Erdmaſſen werden ſich dieſe an den Seiten nach dem ſogenannten Reibungswinkel (ſ. d.) anſchütten; in den unteren Lagen werden ſie ſich aber um ſo mehr zuſammenpreſſen, je höher die Anſchüttung und je lockerer das Schüttmaterial iſt. Es erfolgt dabei gleichzeitig ein Flacherwerden und unter Umſtänden ein Hohlwerden der Böſchung, wobei die Dammkrone ſich erniedrigt. Die Wiederherſtellung der richtigen Dammhöhe kann durch nachträgliches Aufhöhen erreicht werden, während die Kronenbreite durch einfache Verlängerung der zu flach gewordenen Böſchungen zu ſchmal würde (ſ. Fig. 1 und 2). Aus dieſem Grunde werden die Böſchungen von vornherein ſteiler und womöglich ausgebaucht angelegt (ſ. Fig. 1). Für die anzunehmende Verbreiterung gibt Barkhauſen [1] mit Rückſicht auf Fig. 2 die Regel an: $x = 0{,}07\,h$; $x_1 = 0{,}07\,h + 0{,}02\,h_1$.


Fig. 1.

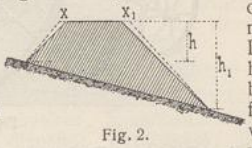


Fig. 2.

Literatur: Henz, Praktiſche Anleitung zum Erdbau, 3. Aufl., Berlin 1874, S. 143. — [1] Handb. d. Bauk., Abt. 3, Heft 4, Berlin 1892, S. 47; Handb. d. Ing.-Wiſſenſch., Leipzig 1903, 4. Aufl., I. Teil, Bd. 2, Kap. I, S. 173.

L. v. Willmann.

Sackſchaufel, ſ. Waſſermotoren.

Sackſtuhl, Rundwirkſtuhl von großem Durchmeſſer (Leibweite oder mehr).

Sadagtypie, ein autotypiſches Halbtonätzverfahren (ſ. Autotypie) zur Erzeugung von Buchdruckkliſchees der Société anonyme des Arts graphiques in Genf; vgl. Preſſendruckverfahren, photographiſche.

Sächſiſchblau, ſ. Indigokarmin und Smalte.

Sächſiſchgrün, grüner Farbſtoff aus Indigo und Gelbholz (für Wolle); auch ſ. v. w. Kobaltgrün (ſ. d.).

Säemaſchine (ſ. a. Kartoffellegemaſchine) dient zum mechaniſchen Ausſtreuen von Samen entweder in gleicher Weiſe wie durch den Säemann von Hand (Breitſäemaſchine) oder durch Einlegen der Samen in Reihen (Reihenſäe- oder Drillmaſchine) oder durch Ausſtreuen von Häufchen in gewiſſen Abſtänden innerhalb der Reihen (Dibbelſäemaſchine).

Die **Handbreitſäemaſchine** beſteht aus einem dem Körper des Säemanns angepaßten Blechtrichter, an deſſen oberen Rand ein mit Tragriemen verſehener kurzer Sack ſich anſchließt. Am Boden des Trichters befindet ſich die durch eine Handkurbel in Umdrehung verſetzte Streuſcheibe. — Für breitwürfige Saat kleiner glatter Samen, wie Klee, Lein, Raps u. ſ. w., findet der Kleeſäekarren vielfach Verwendung. Der 3,75 m breite Saatkaſten birgt eine Welle, die mit Rundbürſten beſetzt iſt. Wird dieſe nach Einrücken des Zahnradgetriebes und Fortſchieben des Karrens in Drehung verſetzt, ſo ſchieben die Bürſten das Saatgut durch die an einer Bodenſchiene befindlichen, nach Zahl und Weite veränderlichen Oeffnungen hinaus. Für die Saat ſämtlicher Sämereien, größere Leiſtung und Spannbetrieb dienen die ſtärker ausgeführten, mit zwei Rädern, Scherendeichſel und maſſiven Schubrädern anſtatt der Bürſten ausgerüſteten Breitſäemaſchinen (Fig. 1). Der großen Breite wegen ſind ſie dadurch für den Längstransport eingerichtet, daß die Fahrräder nach Abnehmen der Deichſel auf die in Fig. 1 ſichtbaren, in der Mitte der Längswände angebrachten Achſen umgeſteckt werden können. Die in gewiſſen Abſtänden im Saatkaſten befindlichen Schub- oder Schaufelräder ſchieben die Samen durch verſtellbare Oeffnungen

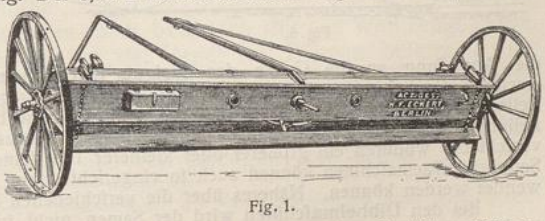


Fig. 1.

des Bodens oder der hinteren Wand des Saatkaſtens hinaus, von wo das Saatgut auf ein Verteilungsbrett fällt, das die breitwürfige Verteilung bewirkt. Straffes Einſpannen des Pferdes in die Deichſel, um das Schleudern zu verhüten, und guter Anſchluß an die letzte Radſpur iſt bei der Arbeit beſonders zu beachten.

Die **Reihenſäemaſchine** (Drillmaſchine) dient zum Ausſäen verſchiedener Sämereien in geraden parallelen Reihen mit ununterbrochenem Zulauf und zugleich zum Unterbringen der Samen in gleichmäßiger Tiefe. Das Geſtell beſteht in einem Holz- oder T-Eiſenrahmen, deſſen hinterer Teil als Unterlage für den Saatkaſten dient und auf zwei Fahrrädern ruht, während der vordere Teil desſelben, wenigſtens bei den größeren Reihenſäemaſchinen, mit einem Vordergeſtell verbunden iſt, das zum genauen Steuern der Maſchine dient (Vorderſteuer). Unterhalb des Saatkaſtens iſt an einer Querſchiene des Rahmens ein Syſtem von Drillſcharen befeſtigt (Fig. 2), welchen die Aufgabe zufällt, in dem zugerichteten Felde Rillen zu ziehen, in welche durch den Säeapparat der Samen geſtreut wird. Die Schare ſind in zwei Reihen angeordnet, um das

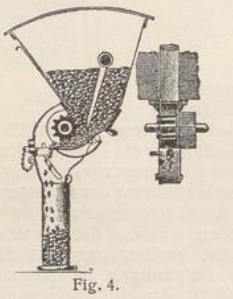


Fig. 4.

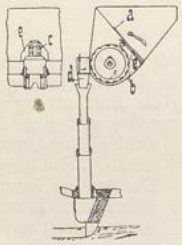


Fig. 3.

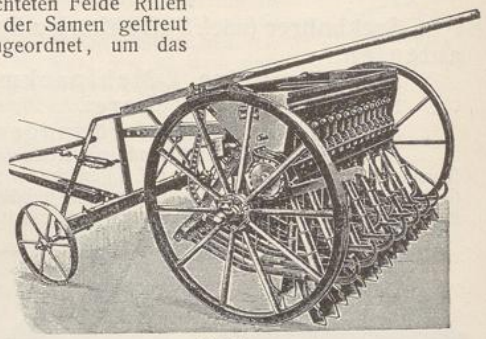


Fig. 2.

Zuſammenſchieben von Erde zu verhüten; ihre Zahl und Entfernung (Drillweite) kann zwiſchen 10—15 bis 50 cm gewählt werden. Die Anſtellung geſchieht mit Hilfe eines Stellbretts, auf dem die Entfernung der Schare bei beſtimmter Anzahl derſelben durch Striche markiert iſt; die Befeſtigung an der dreikantigen Querſchiene erfolgt mittels einer Schraube. Ein Scharnier der Scharſtange ermöglicht die vertikale Hebung und Senkung der Schare. Der Tiefgang der Schare iſt abhängig von der Lockerheit des Bodens, der Form und dem Gewicht desſelben; nötigenfalls wird das einzelne Schar durch Anhängen von Gewichten beſchwert. Beim Umwenden mit der Maſchine werden alle Schare zugleich gehoben. Ueber dem Scharſyſtem befindet ſich, auf Rahmen und Fahrradachſe gelagert, der Saatkaſten nebſt den Säevorrichtungen. Der Saatkaſten dient zur Aufnahme des Saatguts und ſteht durch verſtellbare Schieber in Verbindung mit dem Schöpfraum, aus dem die auf einer gemeinſchaftlichen Welle ſitzenden Säevorrichtungen die Samen aufnehmen und an die Saatleitungen abgeben, durch die ſie in die durch die Schare gezogenen Rillen fallen. Bei den Säevorrichtungen ſelbſt unterſcheidet man ſolche für Oberſaat, die das Saatgut aus dem Saatkaſten bezw. einem an dieſen anſchließenden Kanal herausſchöpfen und es über ihren Scheitel hinweg in die Saatrohre fallen laſſen (Fig. 3), und ſolche für Unterſaat, die das Saatgut auf dem Boden eines ſich an den Saatkaſten anſchließenden Kanals entlang in die Saatrohre hineinſchieben (Fig. 4). Die Saatmenge wird durch Auswechſeln der zum Antrieb der Säeeinrichtung dienenden Zahnradüberſetzung geregelt. Bei der erſteren Gattung geſchieht

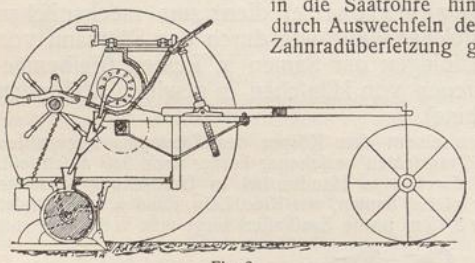


Fig. 6.

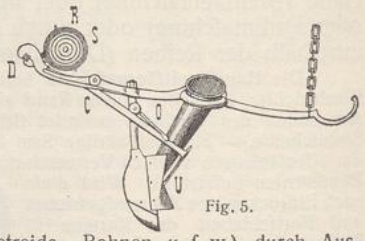


Fig. 5.

die Anpaſſung an die Größe des Saatguts (Klee, Getreide, Bohnen u. ſ. w.) durch Auswechſeln der Schöpfſcheiben oder Schöpflöffel (Fig. 6) gegen ſolche an größeren oder kleineren Zellen und bei den Schubrädern dadurch, daß man, wie Fig. 4 zeigt, gleichzeitig mit der Einſtellung des Bodens des Saatkanals das Schubrad ſelbſt nach rechts oder links in dem Gehäuſe vorſchiebt, wodurch ein größerer oder kleinerer Teil ſeiner Breite zur Wirkung gelangt. Die Schubräderſäemaſchinen können auch ſo eingerichtet ſein, daß ſie für Unter- und Oberſaat verwendet werden können. Näheres über die verſchiedenen Syſteme in [1] und [2].

Bei den **Dibbelmaſchinen** wird der Samen nicht in ununterbrochenem Strom, ſondern in Abſtänden abgegeben, ſo daß die Körner in Häufchen zu liegen kommen. Beſonders bei der Anſaat des Maiſes, dann auch der Rübe wird dieſe „horſtweiſe oder Dibbelſaat“ ausgeführt. Die Dibbelvorrichtung beſteht entweder darin, daß die von den Säerädern einer Reihenſäemaſchine in die Saatleitung abgegebenen Samen auf einer federnden Klappe *U* ſich ſammeln und, wenn dieſe ſelbſttätig infolge der Einwirkung des Daumenrades *RS* auf den Hebel *DC*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und entgegen der Wirkung der Feder *O* auf einen Moment ſich zurückzieht, zuſammen zu Boden fallen (Fig. 5), oder darin, daß, wie Fig. 6 zeigt, in die Drillſchar eine zwangläufig angetriebene oder ſich auf dem Boden abrollende Scheibe eingebaut iſt, die an ihrem Umfange mit Zellen verſehen iſt, die ihren Inhalt erſt dann entleeren können, wenn ſie in die unterſte Lage gelangt ſind. Damit dabei die Samen beiſammen bleiben, wird dieſe Vorrichtung möglichſt nahe über dem Boden angebracht.

Löffeldrill- und Zellenradſäemaſchinen ſäen nur gleichmäßig bergauf und bergab, wenn der Saatkaſten horizontal liegt, weshalb er meiſt freihängend gelagert wird, während bei den Schubrädern die wechſelnde Lage des Saatkaſtens keinen Einfluß äußert. Um einen gleichmäßigen Gang der Reihenſäemaſchine ſowie guten Anſchluß an die letzte Spur der Maſchine zu erreichen, iſt eine Lenkvorrichtung (Steuer) am Vorderwagen nötig, die unabhängig iſt vom Pferdezug. Um letzteres zu erreichen, verlegt man den Angriffspunkt in die Mitte des Querrahmens. Das Steuer ſelbſt kann Hinterſteuer (Fig. 2) ſein oder, was bei breiteren Reihenſäemaſchinen vorzuziehen iſt, Vorderſteuer. Dieſes beſteht entweder nur aus einem Holzhebel oder es iſt ein Ketten- oder Schneckenradſteuer; bei ſehr breiten Maſchinen bedient man ſich vielfach des Kurbelſteuers [2]. Zur Bedienung der Reihenſäemaſchine ſind bei Hinterſteuer mindeſtens zwei, bei Vorderſteuer drei Perſonen und je nach Breite der Maſchine und Zahl der Schare ein bis drei Pferde nötig. Die nötige Zugkraft gibt Wüſt mit rund 10 kg ohne und 14 kg mit Belaſtung pro Schar oder Reihe an. Die Leiſtung darf pro Tag mit 1,5—2 ha pro Meter Arbeitsbreite angenommen werden. Die Preiſe bewegen ſich bei Reihenſäemaſchinen von 1—1,5 m Arbeitsbreite zwiſchen 250 und 290 ℳ pro Meter Spurweite, bei 2 m breiten zwiſchen 215 und 300 ℳ pro Meter.

Literatur: [1] Eisbein und Schotte, Die Drillkultur, 1895. — [2] Wrobel, Maſchinen und Geräte zur Bodenbearbeitung und Reihenkultur, Hannover 1907. — [3] Jahrbuch der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft 1904, S. 500 ff.

Wrobel.

Sägefeilkluppe, Einſpannvorrichtung für Sägeblätter, deren Zähne durch Feilen geſchärft werden ſollen.

Sie werden an Werkbänken, Spannbänken (das ſind nur zum Feilen von Sägen dienende Werkbänke), Bandſägefeilmaſchinen u. ſ. w. angebracht. Sie beſitzen eine feſte und eine mit ihr gelenkig verbundene Spannbacke, zwiſchen denen das Sägeblatt feſtgeſpannt wird. Bei der Spannkluppe Fig. 1 wird das Feſtſpannen mit Hilfe eines Exzenterhebels bewirkt. Die Spannkluppe Fig. 2 iſt zum Einſpannen von Sägeblättern in beliebigen Stellungen eingerichtet. Der auf der Werkbank befeſtigte Schraubſtock *A* ſchließt mit der beweglichen Backe *B* nach entſprechender Drehung des an einer Schraube als Mutter ſitzenden Hebels *C* das kugelförmige untere Ende der hinteren Spannbacke *F* ein und hält ſo die letztere mit der an ihr drehbaren vorderen Spannbacke *E*, die durch Schraube *D* angepreßt wird, in beliebiger Stellung feſt. *A. Widmaier.*

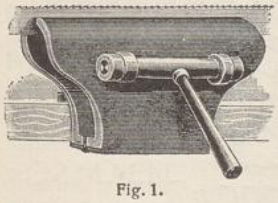


Fig. 1.

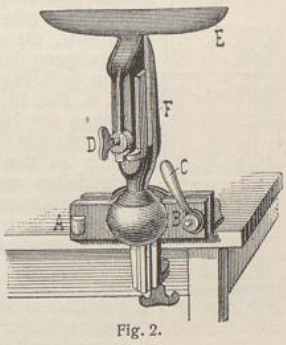


Fig. 2.

Sägegatter, ſ. Sägen, S. 545.

Sägemühle, ſ. v. w. Sägewerk, Schneidemühle.

Sie umfaßt die Kraftanlage (bei Dampfſägewerken vielfach eine Lokomobile) und die Sägen ſamt Transportanlagen. Kleine Sägewerke enthalten z. B. an Sägen eine Horizontal- oder eine Vollgatter- und eine Beſäumſäge, größere Sägewerke beſitzen eine bis zwei Vollgatter-, eine Horizontalgatter-, eine Beſäumſäge und eine ſelbſttätige Sägezahnſchleifmaſchine, wozu unter Umſtänden noch eine Baumſtammquer-, eine große Kantholzkreuz-, eine Parallelkreis-, eine Pendel- oder Kapp-, eine Bandſäge, verſchiedene Kreisſägen (je nach der Fabrikation) und ein Blockaufzug (bei Waſſermühlen oder wenn das Sägewerk hochſtehend gebaut iſt) kommen. *A. Widmaier.*

Sägen, Sägemaſchinen. Sägen bezeichnet ein Arbeitsverfahren zur Herſtellung von ſchmalen Einſchnitten in härtere Materialien wie Holz, Metalle, Knochen, Steine u. ſ. w. mittels eines raſch bewegten dünnen Werkzeugs (Sägeblatts) von verſchiedener Form, das in der Regel mit Zähnen beſetzt iſt und durch allmählichen Vorſchub das ganze in dem herzuſtellenden Einſchnitt befindliche Material in Späne zerlegt. Ueber zahnloſe Sägen für Metalle ſ. S. 550, für Steine ſ. Steinbearbeitungsmaſchinen. — Unter Sägen und Sägemaſchinen verſteht man ſodann auch alle Vorrichtungen zum Sägen.

Sägeblätter. Die Zähne einer Säge befinden ſich

1. an länglichen, ſtreifenförmigen Sägeblättern, die in ſich ſteif ſind oder eingeſpannt werden müſſen,
2. an kreisrunden Scheiben (Kreis-, Zirkularſägeblatt),
3. an endloſen bandförmigen, über Rollen geſpannten Streifen (Bandſägeblatt),
4. an Gliederketten ähnlichen Bändern (Gliederſägen, Kettenſägen, auch endloſe),
5. an Trommeln, Kugelſchalen u. ſ. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Zähne werden entweder in das Sägeblatt eingearbeitet oder (bei Kreisſägen), um die Schwierigkeit des Härtens großer Blätter zu umgehen, eingeſetzt (Fig. 68 und 78), oder ſie bilden (nur bei Metallkreisſägen angewendet) ein ringförmiges ſchmales Blatt, das an dem eigentlichen Blattkörper befeſtigt iſt (Fig. 79).

Damit das Sägeblatt in dem ſchon teilweiſe hergeſtellten Einſchnitt ſich nicht klemmt oder infolge Reibung ſtark erhitzt, wird der Einſchnitt in der Regel breiter als der Rücken des Sägblatts entweder durch Schränken (d. h. abwechſelndes Herausbiegen der Zahnſpitzen nach links und rechts aus der Ebene des Sägeblatts [Fig. 3—5]) oder durch Stauchen der Zahnſpitzen (Fig. 6) oder durch koniſche Geſtaltung (Dünnerſchleifen u. ſ. w.) des Sägeblattrückens hergeſtellt. Nur bei Kreisſägen zum Schneiden dünner Brettchen, die ſich leicht zur Seite biegen, werden nach den Zähnen hin dünner geſtaltete Sägeblätter angewendet, die einen geringen Schnittverluſt ergeben, vgl. Feinſäge, Fig. 72.

Einteilung der Sägen. Die Sägen werden entweder von Hand geführt oder ſie laufen in einem Geſtell, wie dies bei allen Maſchinenſägen und bei einzelnen von Hand betätigten Sägen der Fall iſt. Wir unterſcheiden demnach:

1. von Hand geführte Sägen;
2. Geſtell- oder Maſchinenſägen mit Hand- oder Fußbetrieb oder mechaniſchem Antrieb. Bei den Maſchinenſägen unterſcheiden wir:

a) Maſchinenſägen mit hin und her gehender Bewegung der Sägeblätter, α) mit ſteifen Sägeblättern, β) mit geſpannten Sägeblättern,

b) Bandſägen,

c) Kreisſägen und zugehörige Sägen.

I. Holzſägen.

Beſonderheiten der Sägeblätter. Die Zahnformen ſind ſehr wechſelnd, die Grundform iſt immer ein ſpitz-, recht- oder ſtumpfwinkliges Dreieck, die in verſchiedener Zuſammenſtellung und in verſchiedenartiger Ausbildung der Zahnlücken die in den Fig. 1—29 dargeſtellten Zahnformen ergeben. Man unterſcheidet Zahnformen, die eine Spanabnahme bei der Bewegung der Säge nur in einer Richtung (z. B. Fig. 7, 8 u. a.) oder in beiden (z. B. Fig. 18, 19 u. a.) geſtatten. Die Zähne der Holzſägen erfordern wegen des ſtarken Vorſchubs Schneidkanten auch an den Seitenflächen, damit die Holzfaſern auch ſeitlich durchſchnitten werden können; die in der Bewegungsrichtung vorn liegenden (Bruſt) Flächen der Zähne ſind deshalb zur Bewegungsrichtung (um 70—80°) geneigt (ſ. die Fig. 1—6). — Um die Inſtandhaltung der Zahnlücken zu erleichtern, werden bisweilen hinter ihnen Löcher angebracht (perforierte Sägen, Fig. 31 und 39), die gleichzeitig eine beſſere Entfernung der Späne und eine Kühlung des Sägeblatts bewirken. — Die Teilung (Entfernung von Zahn zu Zahn) und die Zahnlücke iſt verhältnismäßig groß mit Rückſicht darauf, daß die Späne ein weſentlich (durchſchnittlich fünfmal) größeres Volumen einnehmen als das nichtzerſpante Material. Die Größe der Teilung iſt ſehr wechſelnd; ſie hängt von der Dicke des Sägeblatts, der Härte des Holzes und der Dicke des Arbeitsſtücks ab [1], [2], [15]. Zahnlücken mit abgerundeten Ecken (z. B. Fig. 5, 6 u. a.) ſind beſſer als ſolche mit ſcharfen, weil dieſe leichter zu einem Einreißen des Sägeblatts Veranlaſſung geben.

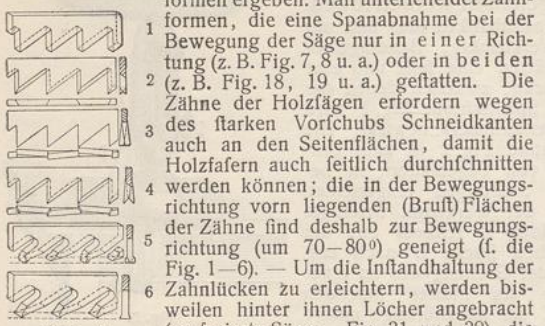


Fig. 1—6.

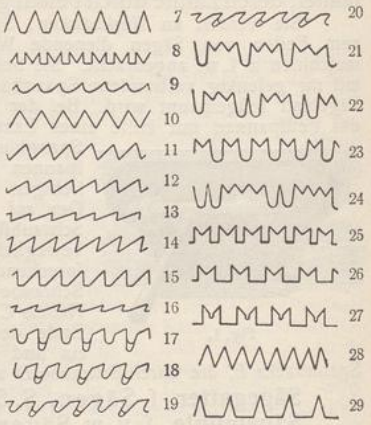


Fig. 7—19. Fig. 20—29.

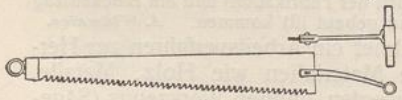


Fig. 30.


Fig. 31.

A. **Von Hand geführte Sägen.** Wir unterſcheiden:

1. ungeſpannte Sägen;

a) mit biegſamem, nur auf Zug zu beanſpruchendem Sägeblatt: Kranſäge (Spaltſäge, Fig. 30), der Schnitt erfolgt beim Niedergang; Schrottſäge (Treck-, Bauch-, Querſäge), Fig. 31, die Zahnſpitzenlinie iſt zweckmäßig konvex gekrümmt (Bogenſäge), was eine leichtere (bogenförmige) Führung der Säge geſtattet, die Rückenlinie iſt gerade oder beſſer nach innen gekrümmt; Fig. 32 gerade ſchleifiſche Oehrſäge;

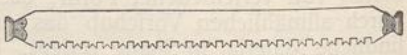


Fig. 32.


Fig. 33.

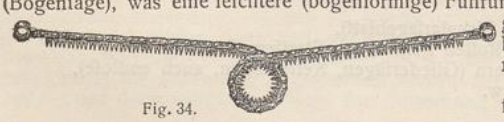


Fig. 34.

b) mit Sägblättern, die aus Gliedern beſtehen: Fig. 33 Gliederſäge, zum Fällen von

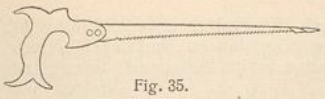


Fig. 35.

schwer zugänglichen Bäumen dienend; Fig. 34 Kettensäge (zum Tiefsägen nicht zu gebrauchen);

c) mit steifen Sägeblättern: Stichsäge (Spitz-, Lochsäge) Fig. 35; Fuchsschwanz Fig. 36, mit Verzahnung im Rücken (wie in Fig. 36) auch als Duplexsäge bezeichnet; türkische oder orientalische Handsäge Fig. 37 (Blatt auf Zug beansprucht); Rückensäge Fig. 38; Einmanntrumsäge Fig. 39; Gratsäge Fig. 40; Quadriersäge Fig. 41—43 zum Ein-

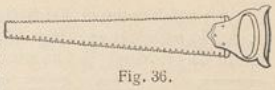


Fig. 36.

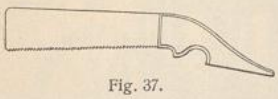


Fig. 37.

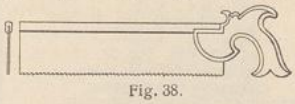


Fig. 38.

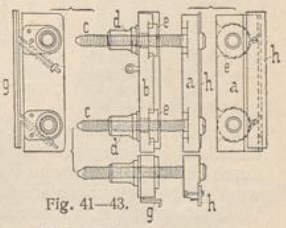


Fig. 41—43.

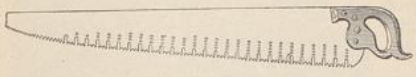


Fig. 39.



Fig. 40.

schneiden paralleler Nuten (das verstellbare Sägeblatt *h* sitzt an dem Teil *a*, der mit dem als Führung dienenden Teil *b* durch Schrauben *c c* verbunden ist, an dem in schrägen Führungen das Führungslineal *g* befestigt ist; *d d* und *e e* sind Muttern und Gegenmuttern);

2. gespannte Sägen: Klobsäge (Furniersäge) Fig. 44; Oertersäge (Bügel-, Holzmachersäge) Fig. 45 (*a* Sägeblatt, *b b* Handgriffe zum Drehen desselben, *c* Hörner, *d* Schnur, welche durch Verdrehen des Knebels *e* gespannt wird, *f* Steg); Bogensäge Fig. 46; Laubsäge Fig. 47 (s. a. Bd. 6, S. 75).

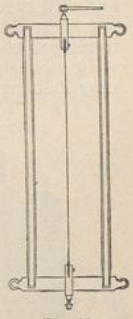


Fig. 44.

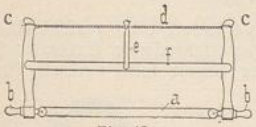


Fig. 45.

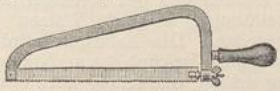


Fig. 46.

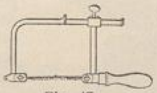


Fig. 47.

B. **Gestell- oder Maschinensägen.** Die verschiedenen Arten der Maschinensägen sind in folgendem entsprechend der obengegebenen allgemeinen Einteilung der Maschinensägen aufgeführt.

1. Mit hin und her gehender Bewegung der Sägeblätter:

a) Mit steifen Sägeblättern: Baumstammfäll- und Quersägen, Fig. 48. Die Führung *a* des das Sägeblatt *b* tragenden Schlittens *c* kann wagerecht (zum Baumfällen), schräg oder senkrecht (zum Querschneiden am Boden liegender Stämme) eingestellt werden. Die Bewegung des Sägeblatts erfolgt durch eine Kurbel mittels der Schubstange *d*, der Vorschub durch die Schraubenspindel *e*. Der Antrieb geschieht von einem Elektromotor aus unter Vermittlung der biegsamen Welle *f*. Bei den Quersägen, welche nur für liegende Baumstämme bestimmt sind, fehlt die Umlegevorrichtung für das Sägeblatt. Der Antrieb geschieht auch in der Weise, daß der an Stangen geführte Sägeblattschlitten direkt an der Kolbenstange eines Dampfzylinders sitzt, der — wie auch bei Kurbelantrieb gebräuchlich — für den Vorschub des Sägeblatts um eine wagerechte Achse kippbar ist. — Für den Beginn des Sägeschnittes wird das Sägeblatt durch Führungen (s. Fig. 48) gestützt. — Bisweilen ordnet man auf der dem Antrieb entgegengesetzten Seite des Baumstammes eine feststehende Führung an, Mulaysäge Fig. 49.

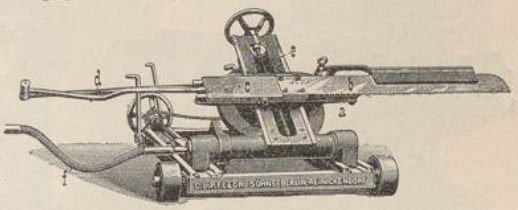


Fig. 48.

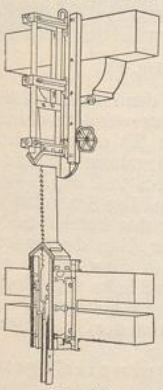


Fig. 49.

b) Mit gespannten Sägeblättern:

α) Gattersägen. Ein oder mehrere Sägeblätter sind in einem in Prismen oder an Säulen geführten Rahmen eingespannt, der bei den Vertikalgattern senkrecht auf und ab und bei den Horizontalgattern wagerecht hin und her bewegt wird mittels Kurbeln, deren Schubstangen in der aus den Fig. 50—52 hervorgehenden Weise angreifen. Doppelt wirkende Gattersägen nehmen beim Hin- und Rückgang des Rahmens Späne ab; ihre Sägeblätter haben eine von der Mitte aus entgegengesetzt laufende Verzahnung. Bei den Vertikalgattern, deren verschiedene Formen und Bezeichnungen die Fig. 53—57 zeigen, liegt die Kurbelwelle in der Regel unten (Fig. 58 und 59), selten oben (Fig. 60 und 61 [Trenngatter]). Die Antriebriemscheiben ordnet man in der Regel — um gekröpfte Wellen (vgl. Fig. 58) zu vermeiden — in der

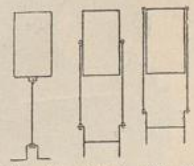


Fig. 50. Fig. 51. Fig. 52.

Mitte zwischen zwei Kurbelscheiben an — Nach dem Vorschub des Holzes unterscheidet man: 1. Walzengatter, Fig. 58, 60 und 61· vor und hinter den Sägeblättern sind zwei Walzenpaare angeordnet, je aus einer unteren und einer oberen geriffelten Walze bestehend; die unteren Walzen sind immer angetrieben, bei schwereren Gattern auch die oberen;

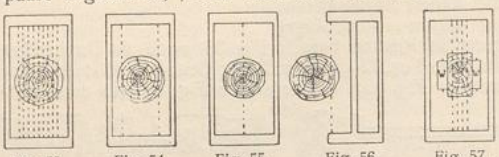


Fig. 53. Bund- oder Vollgatter. Fig. 54. Schwarten- oder Säumgatter. Fig. 55. Mittelgatter. Fig. 56. Seitengatter. Fig. 57. Trenn- oder Spaltgatter. *w w* (in Fig. 57) Führungswalze.

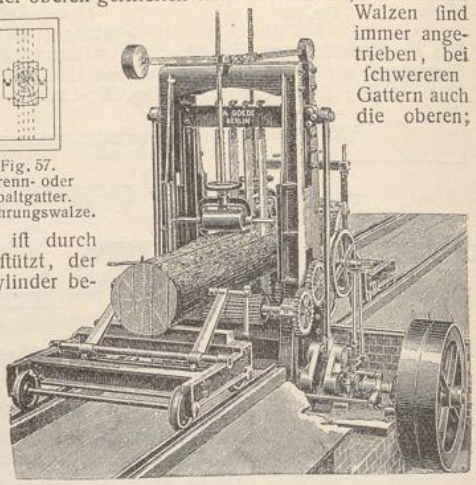


Fig. 58.

2. Schlittengatter (Fig. 59): der Block ist durch einen auf Schienen laufenden Schlitten unterstützt, der durch Zahnstangengetriebe, Kette oder Dampfzylinder bewegt wird und raschen Rücklauf erhält. Der Vorschub erfolgt 1. ruckweise, und zwar entweder von der Hauptwelle aus durch Hilfskurbel, Exzenter oder unrunde Scheiben oder von dem Gatterrahmen aus, oder 2. kontinuierlich von der Hauptwelle aus. Bei ruckweiser Schaltung verwendet man Klinken- oder Reibungsschaltwerke; um die Größe der Schaltung zu verändern, werden entweder die Hebellängen des Schaltgetriebes verändert oder verschiebbare kegelförmige unrunde Walzen (mit verschiedener Exzentrizität) angeordnet. Die Zahnspitzenlinie der Sägen muß vertikal sein, wenn der Vorschub beim Niedergang erfolgt, und schräg nach vorn („im Busen") überhängend, wenn



Fig. 59.

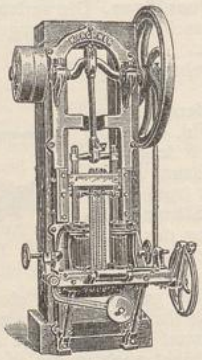


Fig. 61.

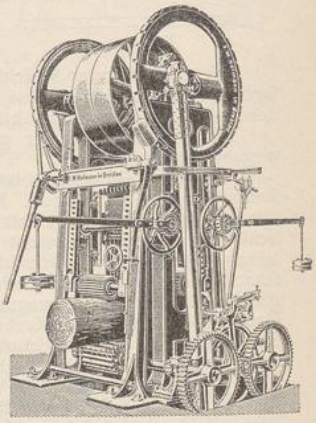


Fig. 60.

der Vorschub beim Aufgang oder beim Auf- und Niedergang erfolgt. — Bei den Horizontalgattern, die besonders für genauere Sägearbeiten und für wertvolle Hölzer angewendet werden, liegt der nach Fig. 56 ausgebildete Rahmen in einer senkrechten Ebene (Fig 62) oder wie bei den Furnierschneidegattern (s. Furnierfägen, Bd. 4, S 216, Fig. 1—3) in einer wagerechten Die Schubstange greift in der Mitte der kurzen Seite (Fig. 62) oder in der Mitte des langen Mittelstegs an Das Sägeblatt wird durch zwei rechts und links vom Block befindliche Führungen geführt.

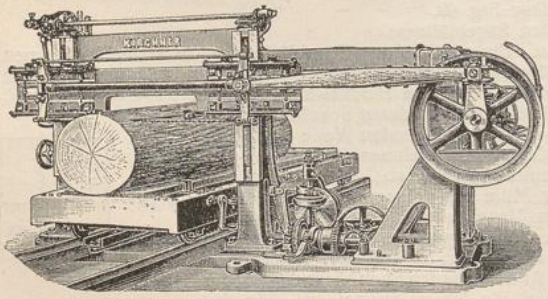


Fig. 62.

Ueber Einzelheiten der Gatterfägen vgl. [2]—[10], [13], [14].

β) Laub-, Dekupierfägen, s. Bd 6, S. 75.

2. Bandfägen Das Sägeblatt bewegt sich senkrecht oder (seltener) wagerecht.

Fig. 63 ist eine einfache Tischler-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bandsäge. — Für das Aufschneiden (Trennen) von Bohlen und Brettern werden die Bandsägen mit senkrecht stehenden Führungswalzen versehen und für das Besäumen und Auftrennen von Rundholz und Blöcken mit Lauftischen bezw. Laufwagen (s. Fig. 64 und 65).

Bei den wagerechten Blockbandsägen, von denen Fig. 66 eine Anordnung zeigt, befindet sich der Laufwagen unterhalb oder innerhalb des Sägeblatts. Das Sägeblatt kann der Höhe nach verstellt werden.

Zum Abkürzen von Stämmen werden Doppelbandsägen verschiebbar aufgestellt (Fig. 67), und die Stämme zwischen ihnen durch endlose Ketten mit Greifern durchgeführt.

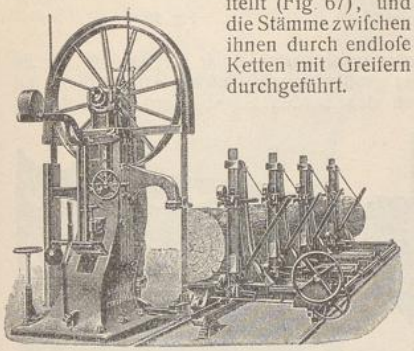


Fig. 65.

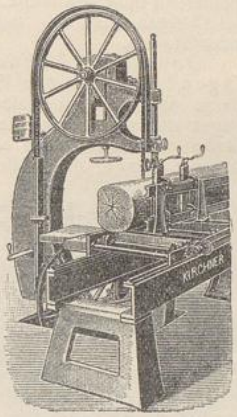


Fig. 64.

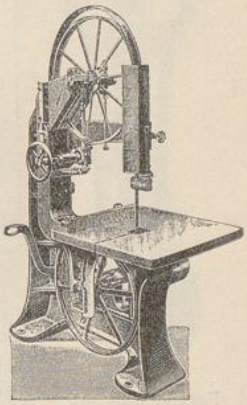


Fig. 63.

Bei Furnier- oder Klobbandsägen befinden sich die Zahnspitzen des wagerecht sich bewegenden Sägeblatts in einer wagerechten Ebene und sind nach unten gerichtet.

Ueber Einzelheiten der Bandsägen vgl. [2]—[9] und [11].

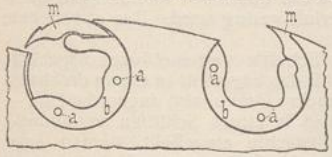


Fig. 68.

3. Kreissägen. Die Zahnformen der Kreissägeblätter müssen für Längsschnitt den Fig. 18—20 und für Querschnitt den Fig. 7 und 11 entsprechen [15]. — Fig. 68 zeigt einen Teil eines Kreissägeblatts mit eingesetzten Zähnen *m*, die in kreisförmigen Ausschnitten mit Hilfe der Teile *b*, die durch einen in die Löcher *a* gesteckten Schlüssel gedreht werden, befestigt sind.

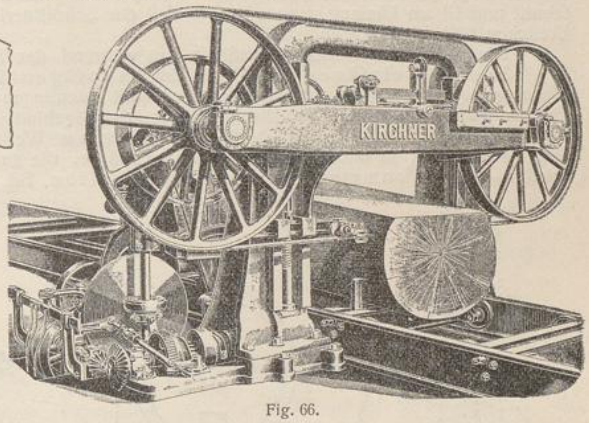


Fig. 66.

Als hauptsächlichste Anordnungen der Kreissägen sind folgende zu erwähnen:

Einfache Tischkreissäge Fig. 69. — Der Tisch oder die Lager der Kreissägenwelle werden auch senkrecht verstellbar angeordnet. Zum Auftrennen von Bohlen und Brettern werden die Kreissägen mit einem selbsttätigen senkrechten Walzenvorschubapparat gebaut (Fig. 70).

Kreissägen mit Schlittenvorschub Der Tisch kann wagerecht verschiebbar sein, oder es ist ein besonderer Lauftisch oder Laufwagen angeordnet (Fig. 71). — Für das

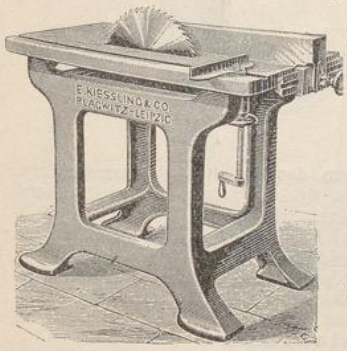


Fig. 69.

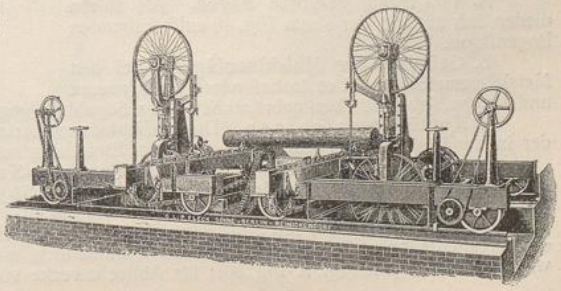


Fig. 67.

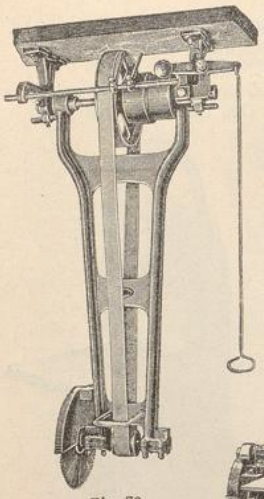


Fig. 73.

Durchtrennen dicker Stämme werden auch zwei Sägeblätter übereinander angeordnet.

Beſäum- und Lattenkreisſägen beſitzen zwei oder mehr Sägeblätter auf derſelben Welle; ſie haben ſelbſttätigen Vorſchub durch Kette oder Walzen.

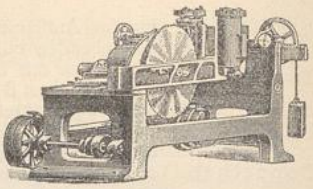


Fig. 70.

Doppelte Abkürzkreisſägen beſtehen aus zwei Kreisſägen, deren Wellen in derſelben Achſe liegen und von denen die eine axial verſchiebbar angeordnet iſt; ſie dienen zum Beſchneiden einer großen Anzahl gleicher Arbeitsſtücke auf dieſelbe Länge, die zwiſchen den beiden Sägeblättern auf Schlitten liegend oder mit Hilfe endloſer Ketten durchgeführt werden.

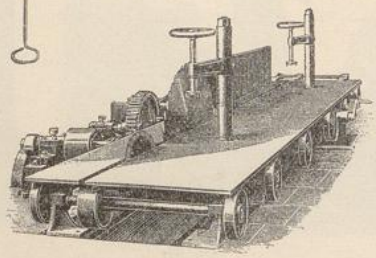


Fig. 71.

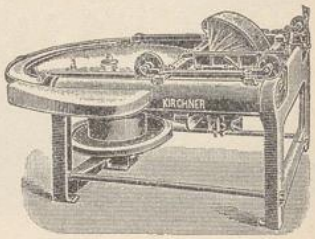


Fig. 72.

Horizontale Kreisſägen Fig 72 werden beſonders zum Zuſchneiden dünner Brettchen für Kiſtenfabriken u. dergl. verwendet, das Sägeblatt hat koniſchen keilförmigen Querſchnitt und iſt am Umfang ganz dünn, ſo daß der Schnittverluſt gering wird. Das abgetrennte Brettchen fällt ſelbſttätig ab.

Die folgenden Kreisſägen beſitzen ein während des Schnitts verſchiebbares Sägeblatt: Pendelkreisſägen Fig. 73; bei den Kappſägen iſt das Sägeblatt in einem drehbaren Hebel gelagert, der wagerecht oder ſenkrecht (mit untenliegendem Drehpunkt) angeordnet iſt. — Hierher gehören ferner die Schlittenkreisſägen (das Sägeblatt iſt in einem Schlitten angeordnet).

Verwendet man ein Sägeblatt, das ſchräg zur Wellenachſe eingeſtellt werden kann (Fig. 74 und 75), ſo erhält man eine Taumelſäge, die zur Herſtellung von Nuten benutzt wird. — Ueber Trommelſägen ſ. Faßfabrikation, Bd. 3, S. 648, Fig. 1 und 6.

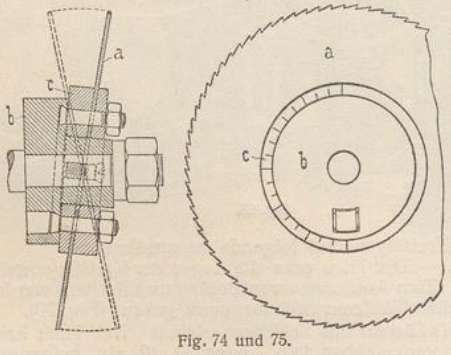


Fig. 74 und 75.

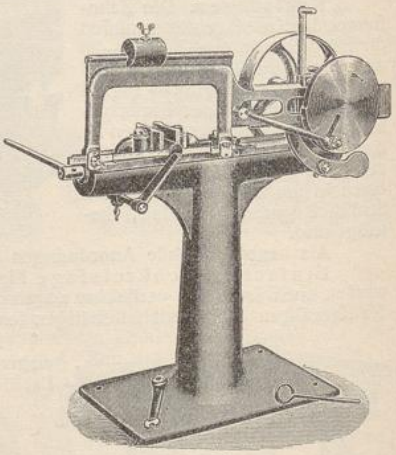


Fig. 76.

II. Metallſägen.

A. Von Hand geführte Sägen. Als ſolche dienen faſt nur die der Form Fig. 46 entſprechenden Bogenſägen.

B. **Geſtell- oder Maſchinenſägen.** Bei den Metallſägemaſchinen iſt es insbeſondere bei ſchweren und langen Arbeitsſtücken gebräuchlich, das Sägeblatt gegen das Arbeitsſtück vorzuſchieben.

α. Kaltſägemaſchinen. Die verſchiedenen Arten ſind in folgendem entſprechend der in der Einleitung gegebenen allgemeinen Einteilung aufgeführt:

1. Kaltſägemaſchinen mit geradliniger Schnittbewegung: a) mit ſteifem Blatt werden ſelten angewendet; b) mit geſpannten Sägeblättern: *α*) Gatterſägen, vorzugsweiſe zum maſſenweiſen Abſchneiden von Vierkant-, Sechskant-, Rundeiſen u. dergl. — *β*) Bügelſägen (Fig. 76) mit Kurbelantrieb, Gewichtsbelaſtung beim Schneiden und Abheben des Sägeblatts beim Rückgang, auch mit Spindelſtock zum Rotierenlaſſen des Arbeitsſtücks während des Sägens (vgl. a. Fig. 88); für Abſtechzwecke viel verwendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Bandſägen. Fig. 77 zeigt eine Bandſäge mit verſchiebbarem Aufſpannſchlitten; ſie werden aber auch mit verſchiebbarem Sägeblatt ausgeführt [12].

3. Kreisſägen ſind die am häufigſten angewandten Kaltſägen und weiſen deshalb die verſchiedenartigſten Anordnungen auf.

Die Sägeblätter bezw. die eingeſetzten Zähne werden vielfach aus Schnellſchnittſtahl hergeſtellt. Eine Befeſtigungsart eingeſetzter Zähne im Blatt zeigt Fig. 78 (D.R.P Nr. 184064, Guſtav Wagner in Reutlingen). — Auswechſelbare gezahnte Ringe, die mit dem Blatt durch Nieten verbunden werden, zeigt Fig. 79 (H. Ehrhardt in Düſſeldorf). — Eine Beſonderheit bilden ringförmige Sägeblätter, deren Innenkante verzahnt iſt; ihr Antrieb erfolgt am äußeren Rande, das Arbeitsſtück befindet ſich innerhalb des Blatts.

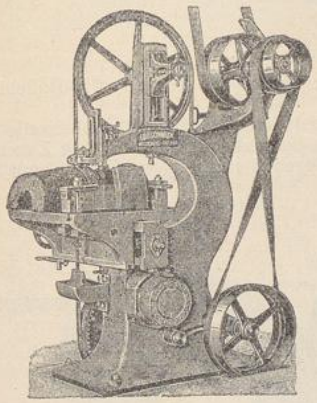


Fig. 77.

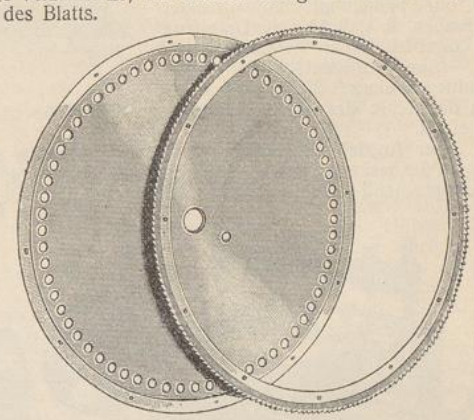


Fig. 79.

Man unterſcheidet Hebel- und Schlittenkaltſägen. Bei den Hebelkaltſägen (Fig. 80) bewirkt der Hebel durch ſein Eigengewicht und eventuell durch Zuſatzgewichte den Vorſchub des Sägeblatts, dem Widerſtand entſprechend, wie z. B. Fig. 81 zeigt. Dieſe Sägen haben aber, ebenſo wie die mit Gewichtsvorſchub verſehenen Schlittenſägen, z. B. Fig. 82, den Nachteil, daß bei unrunden und ausgebrochenen Sägeblättern der Schlitten vorfällt und das Sägeblatt einhackt. Man wendet deshalb beſſer eine mechaniſch betätigte Schaltung an, entweder

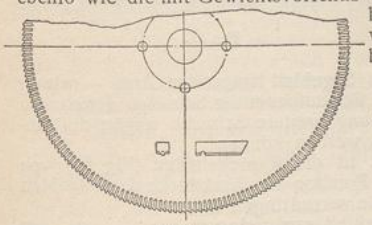


Fig. 78.

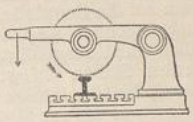


Fig. 80.



Fig. 81.

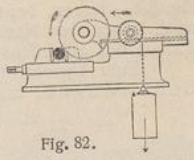


Fig. 82.

mit Reibungsgetrieben, um den Vorſchub des Sägeblatts bei zu großem Widerſtand zu unterbrechen, oder mit einer nachgiebig unter Gewichtsdruck gelagerten Schaltmutter, wie bei den Kaltſägen (D.R.P Nr. 92827, 149797, 177235) von Guſtav Wagner in Reutlingen, von denen die Fig. 83—85 einige Ausführungen zeigen. Der das Sägeblatt tragende Schlitten *a* (Fig. 83) iſt durch einen Arm in Verbindung mit der durch Schaltklinke und Schaltrad gedrehten Schraubenſpindel *b*, die den Vorſchub des Sägeblatts dadurch vollzieht, daß ſie ſich in eine bei *c* gelagerte, mit einem Bund gegen ihr Lager gedrückte Mutter hineinſchraubt. Findet das Sägeblatt einen zu großen Widerſtand, ſo verſchiebt ſich die Mutter, deren obere Fläche mit einer Zahnſtange verſehen iſt, in die ein mit einem Gewicht belaſtetes Zahnrad eingreift, und das Gewicht wird angehoben, das bei der Verminderung des Widerſtands den Vorſchub unterſtützt. Fig. 84 zeigt zwei ſolche

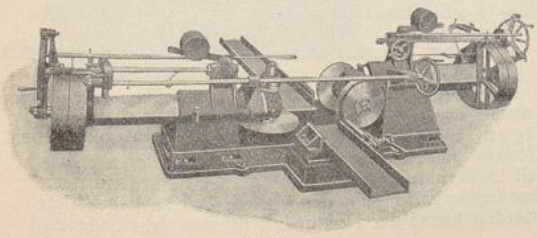


Fig. 84.

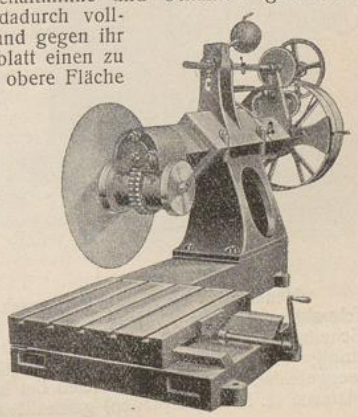


Fig. 83.

Kaltfägen vereinigt, zum Ausklinken von Walzträgern dienend. Die Figur läßt auch die Drehbarkeit des Schlittenkopfes erſehen. In Fig. 85 iſt eine Kaltfäge dargeſtellt, die eine in der Höhe verſtellbare Schlittenführung beſitzt, auf einer Grundplatte verſchiebbar und mit einem drehbaren Aufſpanntiſch ausgeſtattet iſt. Die Befeſtigung der Sägeblätter erfolgt entweder mit Flanſch oder insbeſondere bei Kaltfägen, die zum Abtrennen von Gußtrichtern beſtimmt ſind, ohne Flanſch mit Hilfe verſenkter Schrauben, ſo daß über die Unterſeite des Sägeblatts nichts herausragt.

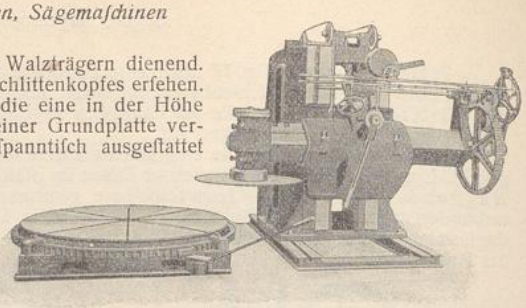


Fig. 85.

Eine Schlittenſäge für lange Schnitte mit einer Aufſpannplatte oberhalb der Achſe der das Sägeblatt tragenden Welle iſt in Fig. 86 (H. Ehrhardt, Düſſeldorf) dargeſtellt.

Der Antrieb der Sägeblätter erfolgt entweder mittels eines auf der Sägeblattwelle befeſtigten Schneckenrads mit zugehöriger Schnecke (Fig. 83) oder aber mit Hilfe eines Zahnrads mit entſprechend geformten Zähnen, die in die Löcher des Sägeblatts eingreifen (Fig 79 und 87).

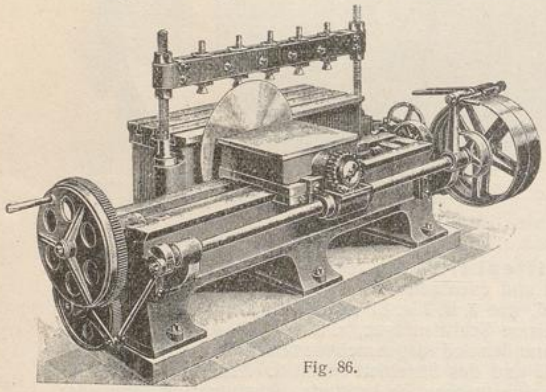


Fig. 86.

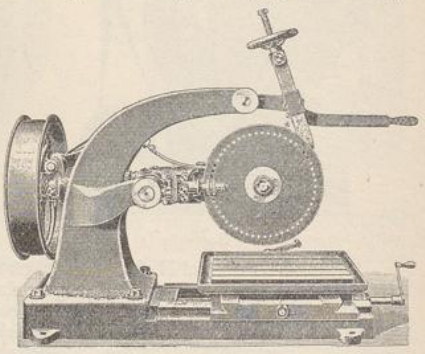


Fig. 87.

Kaltfägemaſchinen, die keinen verſchiebbaren, das Sägeblatt tragenden Arm — wie in Fig. 83 — haben, bei denen vielmehr ein auf die Bettplatte ſich aufbauender Schlitten verſchoben wird, haben den Nachteil, daß bei ungenügender Ausladung breitere Schnitte wegen des Anſtoßens des Schlittens an dem Werkſtück nicht ausgeführt werden können.

Zum Durchſchneiden von runden Stäben u. ſ. w. iſt die Rapidkaltfäge (Fig. 88) von Guſtav Wagner in Reutlingen beſtimmt, bei der infolge Rotation des Werkſtücks das Sägeblatt nur bis zur Mitte vorzudringen hat, ſo daß ein Sägeblatt von geringem Durchmeſſer und geringer Stärke benutzt werden kann, wodurch der Materialverluſt niedrig ausfällt.

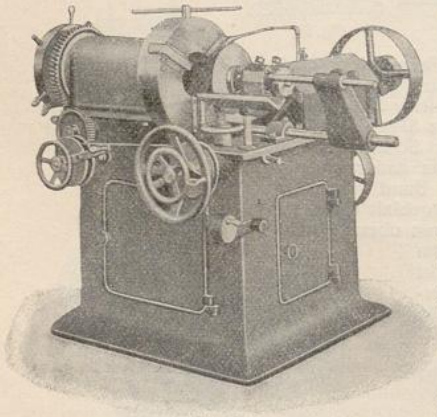


Fig. 88.

Die Umfangsgeſchwindigkeit der Kaltſägeblätter beträgt für weichen Stahl bis zu 20 m/min, für härteres Material und Stahl- und Grauguß 10—15 m/min. Zahnteilung bis zu 30 mm (um ſo größer, je größer die Querſchnitte der abzuſchneidenden Teile), Zahntiefe gleich $^2/_3$ der Teilung. Sägeblattdicke $\sim {}^1/_{100}\,D$, Flanſchendurchmeſſer $> {}^3/_{10}\,D$. (D = Sägeblattdurchmeſſer).



Fig. 89.

Neuerdings verwendet man auch, vorzugsweiſe in Hüttenwerken, zum raſchen Durchſchneiden kalter Walzſtäbe u. ſ. w. Sägen mit zahnloſem Kreisſägeblatt (glatte Scheiben). Dieſe rotieren mit ſo hoher Umfangsgeſchwindigkeit (130 m/sec und darüber), daß infolge der Reibung das mit dem Sägeblatt in Berührung befindliche Material hocherhitzt und weggeſchleudert wird. Sie bieten bei hoher Leiſtungsfähigkeit den Vorteil, daß auch gehärtetes Material (z. B. Panzerplatten) geſchnitten werden kann; der Kraftbedarf iſt aber ſehr bedeutend

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(100—150 PS. bei 6—9 mm dickem Sägeblatt von 1000—1500 mm und 2000 Umdrehungen in der Minute [16]) und der Lärm sehr störend.

β) Warm- (oder Heiß-)sägen. Diese vorzugsweise in Walzwerken zum Zerteilen der rotwarmen Walzblöcke und -stäbe verwendeten Sägen sind Kreissägen. Das Sägeblatt ist in der Regel durch Lagerung seiner Welle in einem Hebel (Pendelsägen) oder in einem Schlitten (Schlittensägen) verschiebbar. Fig. 89 zeigt eine Pendelwarmsäge (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln); *a a a* ist der bei *b* pendelnd aufgehängte, das Sägeblatt tragende Rahmen, *c* die Antriebsdampfmaschine, *d* der zum Vorschub dienende Dampfzylinder; statt durch Dampf wird auch der Vorschub von Hand, hydraulisch oder elektrisch betätigt; auch elektrischer Antrieb für das Sägeblatt findet sich häufig. Die Sägen werden vielfach unter Flur aufgestellt (Unterflursägen). Bei den Schlittensägen erfolgt die Bewegung der das Sägeblatt tragenden Schlitten in wagerechter oder senkrechter Richtung. — Der Sägeblattdurchmesser schwankt etwa zwischen 700 und 1800 mm, die Umfangsgeschwindigkeit beträgt bis zu 80 m/sec; Zahnteilung bis zu 15 mm, Sägeblattdicke $^1/_{160}$ bis $^1/_{320}$ des Sägeblattdurchmessers. Ueber Einzelheiten vgl. [17].

Literatur: [1] J. D. Dominicus & Söhne, Illustriertes Handbuch über Sägen und Werkzeuge für die Holzindustrie, 2. Aufl., Berlin 1891. — [2] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, Bd. 2, Berlin 1901; Derf., Die Holzsäge, Berlin 1879. — [3] Weisbach-Hermann, Lehrbuch der Ing.- und Maschinenmechanik, 2. Aufl., Bd. 3, 3. Abt., 1. Hälfte, Braunschweig 1896. — [4] Hoyer, E. v., Mechanische Technologie, Bd. 1, 4. Aufl. 1906. — [5] Braune, G., Anlage der Sägewerke, Jena 1901. — [6] Exner, W. F., Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung, Weimar 1878/83. — — [7] Exner, W. F. und Lauböck, G., Die mechanische Holzbearbeitung, deren Hilfsmittel und Erzeugnisse, Wien 1879. — [8] Ledebur, A., Die Verarbeitung des Holzes auf mechanischem Wege, Braunschweig 1881. — [9] Käßner, B., Der Sägewerktechniker, München 1881. — [10] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 685. — [11] Ebend. 1901, S. 690. — [12] Ebend. 1895, S. 1341 (Bandsägen für Metallbearbeitung). — [13] Dinglers Polyt. Journal 1907, S. 632, 647 (schnell laufende Sägegatter). — [14] Zeitschr. für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge 1908, S. 458. — [15] Ebend., 1907, S. 59.; 1908, S. 365. — [16] „Stahl und Eisen" 1907, S. 1299; Reißner, Amerik. Eisenbauwerkstätten, Berlin 1906, S. 26; Iron Age 1905, S. 346. — [17] Schwarze, A., Hüttenwerksmaschinerien mit elektr. Antrieb (Heft 1, Warmsägen), Dortmund 1906. *A. Widmaier.*

Sägewerk, s. v. w. Sägemühle (s. d.), Schneidmühle, Sägeanlage.

Sämischgerberei, s. Leder, Bd. 6, S. 104.

Sättigungsdefizit, diejenige in Queckfilberdruck gemeffene Dampfmenge, die der Luft zu ihrer Sättigung mit Wafferdampf fehlt.

Bezeichne e_m die der Lufttemperatur entfprechende Maximalfpannung des Wafferdampfes, e die Spannung des in der Luft enthaltenen Wafferdampfes, in der Meteorologie abfolute Feuchtigkeit oder Dunftfpannung genannt, r die fogenannte relative Feuchtigkeit, fo ift das Sättigungsdefizit $s = e_m - e$, $r = e/e_m$ und $s = (1 - r)\,e : r$. Diefe letzte Beziehung läßt das Sättigungsdefizit aus e und r im einzelnen Fall berechnen, nicht aber für den Fall, daß e und r als Monatsmittel auftreten; vgl. Meyer, Hugo, Anleitung zur Bearbeitung meteorolog. Beobachtungen für die Klimatologie, Berlin 1891. *Großmann.*

Säule, im allgemeinen, jede freiftehende aufrechte Unterftützung einer fenkrecht wirkenden Laft, daher im Holzbau f. v. w. Pfoften oder Ständer (f. a. Hängefäule, Bd. 4, S. 735, Bundfäule oder Stuhlfäule, Bd. 2, S. 392 bezw. 514). Im Steinbau eine Freiftütze, wenn fie nicht allzu ftämmig, rund oder vieleckig und mit Kapitäl verfehen ift. Seit der antiken Kunft erfcheint die Säule überall da, wo es fich um eine Ausfchmückung des Gebäudes oder um die Wirkung feierlicher Pracht handelt.

Die Geftaltung der Säule wird bedingt durch die zu tragende Laft, das Verhältnis der Höhe zur Stärke, durch die Feftigkeit des Bauftoffs fowie durch äfthetifche und ftiliftifche Gefichtspunkte. Der Aufbau ift meift dreigliedrig: 1. Fuß, 2. Stamm und 3. Kapitäl. Zu 1. Zweck und ftatifche Beftimmung führen dazu, den Säulen einen breiten Fuß zu geben, befonders bei geringem Querfchnitt des Stammes; ftämmige Pfeiler oder Säulen bedürfen eines Fußes nicht (f. Säulenordnung). Das zumeift angewendete Profil ift die attifche Bafis (Fig. 1), die feit etwa 2500 Jahren in allen Stilepochen mit geringen Abänderungen vorkommt. — Zu 2. Bei dem Stamm oder Schaft ift das Verhältnis der Stärke zur Höhe von befonderer Wichtigkeit, worüber in dem Art. Säulenordnung (f. d.) das Nötige gefagt ift. Der Durchmeffer der Säulen ift entweder a) durchgehend gleich ftark, was äfthetifch nicht gut wirkt, b) mit Verjüngung von unten nach oben, wobei zumeift das untere Drittel des Stammes gleich ftark bleibt, oder c) mit einer Schwellung, Entafis, d. h. einem Anwachfen des Durchmeffers nach der Mitte zu zum befonderen Ausdruck der Kraft. Die Oberfläche ift entweder a) glatt oder b) mit Kannelierung (f. Bd. 5, S. 329) verfehen, c) mit Nuten oder Wulften geftreift, d) mit Würfelfeldern, Diamantmuftern (Fig. 2) bedeckt, e) fchräganfteigend gewunden, f) durch Ruftikaboffen unterbrochene Schäfte (f. Boffenwerk, Bd. 2, S. 241), g) auch Bemalung des Schaftes oder Rankenverzierungen in Relief (Fig. 3 und 4) kamen zu verfchiedenen Zeiten vor. Ueber 3. (Kapitäl) f. Bd. 5, S. 374 ff. Schon im griechifchen Stil wurden zuweilen die Säulen mit der Wand verbunden und als Halb- und Dreiviertel-

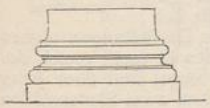


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

säulen gebildet, je nachdem sie im Querschnitt mehr oder weniger aus der Wandfläche heraustraten. Bei den Römern wurde die Säule in besonderen Fällen nicht als Stütze, sondern als Wandschmuck verwendet, namentlich an den Triumphbögen. In späteren Stilen diente die Säule auch zur Stütze der Bögen. Dicht nebeneinander gestellte und durch ein gemeinsames Glied miteinander verbundene Säulen heißen gekuppelte, andre, die ein auffallend geringes Höhenverhältnis besitzen, Zwergsäulen, wie sie bei romanischen Kirchen, Kreuzgängen und an andern Orten als Träger von langen Bogenreihen erscheinen. In Griechenland standen die Säulen stets auf der obersten Stufe des Unterbaues oder Stylobats, später stellte man sie zuweilen auf eine gemeinsame Brüstungsmauer. Im römischen Stile erhielt oft jede Säule einen Sockel als Säulenpostament, das aus einem würfelförmigen Hauptteil mit Fuß und Bekrönung bestand. *Weinbrenner.*



Fig. 4.

Säulenapparate, s. Spiritusfabrikation.

Säulenordnung, die systematische Zusammenstellung der Formen und Verhältnisse der Säulen, deren Abstände oder Weiten sowie des darüberliegenden Gebälkes.

Während die älteren Völker das Verhältnis der Stütze zur Last noch nicht richtig abwogen und jener meist eine zu große Stämmigkeit gaben, wurde in der Baukunst der Griechen nach und nach die Gestaltung der Säulen und des daraufliegenden Gebälkes einem immer vollendeteren Ebenmaß zugeführt. Hierbei diente als Einheit der Verhältniszahlen der halbe Säulendurchmesser (Modul), der für kleinere Teile in 30 Partes zerfiel. Der römische Architekt Vitruv [1] beschreibt im IV. Buche das Entstehen der griechischen Bauweisen und deren Entwicklung von der ältesten dorischen zu der vollkommeneren ionischen und der korinthischen Bauweise. Diese wurden später von den Römern übernommen und einer weiteren Ausbildung entgegengeführt, indem sie noch die reichere römische oder kompositе Ordnung hinzufügten und zugleich die dorische in die toskanische (etruskische) Ordnung umwandelten.

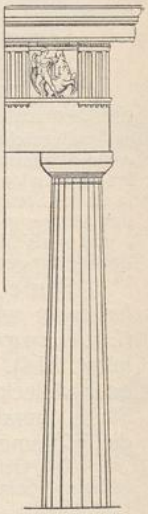


Fig. 1. Vom Parthenon zu Athen.

1. Die dorische Ordnung zeigt in den ältesten griechischen Beispielen derbe und gedrungene Verhältnisse. Die Säulen stehen auf drei Stufen in starker Verjüngung und ohne Fuß. Ihre Höhe ist = 4, später aber = 5½—6 Durchmesser (Fig. 1). Ueber das zugehörige Kapitäl s. Bd. 5, S. 374. Die Säulenweite, anfänglich nur 1½ untere Durchmesser, steigt auf 2—2½ Durchmesser (Fig. 2). Das Gebälke besteht, wie bei den übrigen Ordnungen, aus drei Hauptteilen: 1. dem Architrav oder Epistylion, 2. dem Fries und 3. dem Kranzgesimse oder Geison. Der Architrav ist aus mächtigen Steinbalken gebildet, die von Säulenmitte zu Säulenmitte reichen, in einer Höhe von 40—50 Partes. Ein schmales Band scheidet den Architrav vom Fries; unter diesem Band sind Plättchen angebracht, die sechs sogenannte Tropfen aufnehmen, die Tropfenregula. Der Fries ist aus zwei verschiedenen Teilen gebildet, den Triglyphen und den Metopen. Erstere sind als Stützen gedacht; sie bilden kleine Pfeiler mit tief eingeschnittenen Schlitzen, und zwar jeweils mit zwei ganzen und zwei halben, weshalb sie Dreischlitz oder Triglyphen genannt werden. Jede Triglyphe erhält einen Kopf, der aus einem einfachen Abakus besteht. Die Metopen sind der Idee nach offene oder durch Platten geschlossene quadratische Felder, die sich gut zur Aufnahme von figürlichen Darstellungen eignen (Fig. 3) [9]. Die Höhe des Frieses ist meist gleich der Höhe des Architraves. In der Regel sind über jeder Säule und außerdem noch zwischen zwei Säulenachsen je eine oder zwei Triglyphen angebracht. Trifft auf jede Säulenachse eine Triglyphe, so ergibt dies Schwierigkeiten an der Ecke, weil dann auf die äußerste Ecke eine halbe Metope träfe. Um diesen Mißstand zu beseitigen, verlegten die Griechen die Triglyphe an die Ecke, und damit dies in der Triglypheneinteilung nicht störend wirke, setzten sie die Eckſäule um ein weniges nach der Ecke zu. Das Kranzgesimse besteht in der Regel aus zwei Teilen, der weitausladenden Hängeplatte und der bekrönenden Sima, die aber zuweilen an den Langseiten fehlte; war eine solche vorhanden, dann wurde das vom Dach kommende Wasser durch den Rachen von Löwenköpfen ausgespien [8].

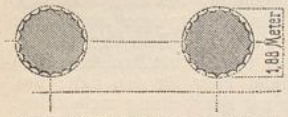


Fig. 2. Durchschnitt der dorischen Säulen.

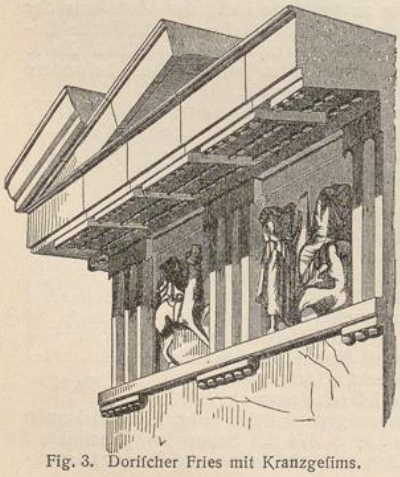


Fig. 3. Dorischer Fries mit Kranzgesims.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Damit der Schwerpunkt der Hängeplatte mehr nach innen falle, ist deren Unterseite stark unterschnitten. Letztere hat einen charakteristischen Schmuck (Fig 3), bestehend in schmalen rechteckigen Platten mit 3×6 Tropfen, Mutuli oder Viae; den oberen Abschluß der Hängeplatte bildet ein kleines Kymation und dann folgt die Wasserrinne oder Sima. — Die römisch-dorische Ordnung hat im allgemeinen dieselben Hauptbestandteile; in der Einzelbildung sind jedoch einige Unterschiede zu bezeichnen: So zunächst das Kapitäl (s. Bd. 5, S. 374 ff., Fig. 6). Der Säulenschaft ist schlanker gebildet, so daß er eine Höhe = 6—7 unterer Durchmesser hat. Verjüngung, Entasis und Kannelierung wurden gleich den griechischen gebildet, nur fiel letztere in vielen Fällen hinweg, besonders dann, wenn der Schaft aus geädertem Marmor hergestellt war. Zuweilen fehlt auch der Säulenfuß; doch kommt dieser in verschiedenen Bildungsweisen vor, von der einfachen Plinthe bis zur attischen Basis [11] (s. ionische Ordnung). Am Gebälke erscheint der Architrav entweder glatt und eingeteilt oder er erhielt eine Zonenanordnung wie in der ionischen Ordnung. Der Fries enthält die Triglyphen und Metopen in einer der griechischen ähnlichen Form; dagegen weicht die Einteilung darin ab, daß auch die Triglyphen über den Eckfäulen in der Achse liegen und eine halbe Metope die äußerste Ecke bildet. An dem Kranzgesimse erhielt die Hängeplatte an der Unterficht die Mutuli, doch meist nur über den Triglyphen, dazwischen ein vertieftes Feld, das häufig Hängerosetten enthielt. Unter der Hängeplatte war zuweilen ein Zahnschnitt angebracht [9]. In der Renaissancezeit hat man sich streng an die römischen Vorbilder gehalten (Fig. 4), und bedeutende Architekten, wie L. B. Alberti, A. Serlio, V. Scammozzi, J. B. Vignola und A. Palladio, haben sich um die Aufstellung von guten Vorbildern verdient gemacht und in schriftstellerischen Werken eingehend ausgesprochen [3]—[6].

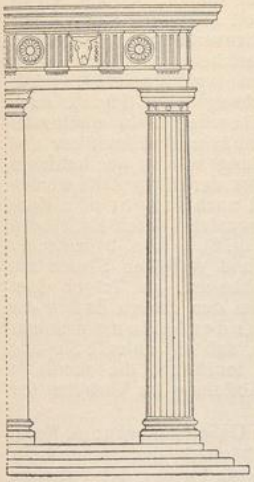


Fig 4. Dorische Ordnung von A. Palladio.



Fig. 6. Säule und Gebälke von der Nordhalle des Erechtheion.

2. Die ionische Ordnung, in Asien entstanden, erfuhr ihre vollendete Durchbildung in Griechenland, von wo sie später fast unverändert auf die Bauweisen der Römer und der Renaissancezeit überging. Von der dorischen Ordnung unterscheidet sie sich dadurch, daß, während bei letzterer alle einzelnen Glieder zueinander in strengem Abhängigkeitsverhältnis stehen, die einzelnen Teile der ionischen Ordnung eine große Selbständigkeit bekunden. Die Säulen erscheinen schlanker, deren Höhe beträgt 9—10 Durchmesser, bei den attischen Beispielen nur 7—9½ Durchmesser. Die Säulenweite mißt = 1½—3 Durchmesser. Sie haben stets einen Fuß. Dieser setzt sich aus Wulst, Hohlkehle und Plinthe in verschiedener Weise zusammen. Der sogenannte attische Säulenfuß besteht stets aus einer Hohlkehle, die sich zwischen zwei Wulsten befindet und sich unmittelbar auf die oberste Stufe des Unterbaues (Stylobat) auffetzt (Fig. 5). Der Schaft zeigt Verjüngung und leise Anschwellung; er hat fast stets 24 Kannelierungen (s. Bd. 5, S. 329). Ueber das Kapitäl mit seiner charakteristischen Ausbildung s. Bd. 5, S. 375. Das attische Kapitäl zeigt eine Abweichung; es ist größer gebildet, besteht aus mehreren Spiralen, die ineinander laufen, und besitzt einen mit Palmettenfries geschmückten Hals. Am Gebälke ist der Architrav (Epistylion) weniger hoch als im dorischen Stil und ist durch drei horizontale Streifen oder Zonen, die nach oben an Höhe zunehmen, gegliedert. Den Abschluß nach oben bildet ein Leistchen mit Herzblatt, Eierstab oder einer Perlschnur (Fig. 6). Der Fries (Thrinkos, Zophoros) ist vollkommen ungegliedert und zeigt oft figürlichen Schmuck in fortlaufender Anordnung. Auch dieser Teil ist mit

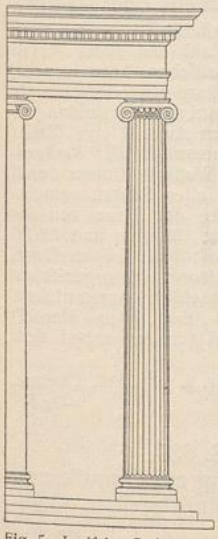


Fig. 5. Ionische Ordnung nach Vignola.

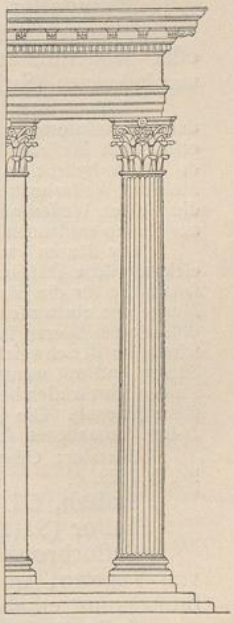


Fig. 7. Korinthische Ordnung.

Perlſtab und Kymation nach oben abgeſchloſſen. Das Kranzgeſimſe (Geiſon) beſteht aus einer nicht zu weit ausladenden Hängeplatte mit Perlſtab und Kymation, worüber die karniesförmige Sima bekrönend abſchließt, oft mit Anthemien geſchmückt und mit Waſſerſpeiern verſehen. Die Waſſernaſe iſt an der Unterſicht der Hängeplatte in kräftiger Unterſchneidung angebracht. An manchen Geſimſen war die Hängeplatte durch einen Zahnſchnitt unterſtützt.

3. Die korinthiſche Ordnung, faſt gleichzeitig mit der ioniſchen entſtanden, übertrifft dieſe an Pracht und Zierlichkeit. Von den Griechen erſt in den Zeiten Alexanders angewendet, kam ſie auf die Römer, bei welchen ſie beſonders in der Kaiſerzeit allgemein wurde. Die Säule hat zwar das Höhenverhältnis der ioniſchen Ordnung beibehalten, erſcheint aber des hohen Kelchkapitäls wegen (vgl. Kapitäl, Bd. 5, S. 374 ff.) höher und wirkungsvoller (Fig. 7). Auch tritt zuweilen der Säulenſtuhl als erhöhender Unterſatz hinzu. Am Gebälke ſind Architrav und Fries von ähnlicher Bildung wie in der ioniſchen Ordnung; die Unterglieder der Hängeplatte werden aber vermehrt, indem zu dem Zahnſchnitt noch Träger oder Konſolen kommen und die Unterſicht der Hängeplatte durch Kaſſetturen mit Roſetten reicher ausgebildet wird (Fig. 8). Von bedeutender Wirkung iſt die Anordnung der vor die Wand geſtellten Säulen mit verkröpftem Gebälke, wie ſie an Triumphbogen, als Träger einer Attika (ſ. d.) und Statuen vorkommen. Bei den großen Bauten der römiſchen Kaiſerzeit kam die Uebereinanderſtellung mehrerer Säulenordnungen auf, wobei meiſt die Reihenfolge eingehalten wurde, daß die unterſte Stellung in doriſcher (toskaniſcher) Ordnung, die folgende in der ſchlankeren ioniſchen, die oberſte in korinthiſcher Ordnung zur Ausführung kam, wobei auch auf eine Abſtufung im Vortreten der Profile u. ſ. w. geachtet wurde.

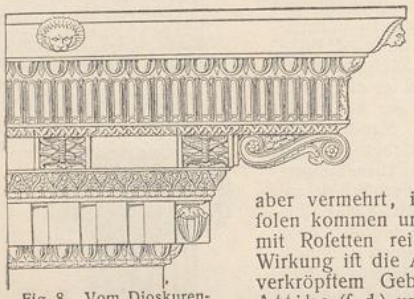


Fig. 8. Vom Dioskurentempel in Rom.

Literatur: [1] Marcus Vitruvius Pollio, De architectura; deutſche Ueberſetzungen: A. Rode, Leipzig 1796, und F. Reber, Stuttgart 1865. — [2] Stieglitz, C. L., Archäologie der Baukunſt der Griechen und Römer, Weimar 1801. — [3] Alberti, L. B., Arte edificatoria 1485. — [4] Serlio, S., Tutte l'opere d'architettura, Venedig 1609. — [5] Palladio, Andrea, L'architettura, quattro libri, Venezia 1642. — [6] Vignola, G., Regole delle belle cinque ordini d'architettura 1563, und Il Vignola illustrato, Rom 1770. — [7] Bötticher, Die Tektonik der Hellenen, Berlin 1872/81. — [8] Bühlmann, Die Architektur des klaſſiſchen Altertums und der Renaiſſance, Stuttgart 1877. — [9] v. Mauch, S. M., Die architektoniſchen Ordnungen der Griechen und Römer etc., Berlin 1862. — [10] Durm, J., Die Baukunſt der Griechen, Handbuch der Architektur, Darmſtadt 1892. — [11] Derſ., Baukunſt der Römer, ebend., Darmſtadt 1885, wo noch weitere Literaturangaben. — [12] Lübke, W., Geſchichte der Architektur, 6. Aufl., Leipzig 1884. — [13] Kunſthiſtoriſche Bilderbogen von E. A. Seemann, Leipzig 1878. — [14] Handbuch der Architektur, 1. Teil, Bd. 2, Bauformenlehre von J. Bühlmann, 2. Aufl., Stuttgart 1901. *Weinbrenner.*

Säumgatter, ſ. Sägen, S. 546.

Säuren, Waſſerſtoffverbindungen mit den Halogenen (Haloidſäuren) oder Waſſerſtofffauerſtoffverbindungen (Oxyſäuren) oder Waſſerſtofffchwefelverbindungen (Sulfoſäuren) mit einem elektronegativen Element oder Radikal.

Meiſtens röten ſie Lackmusfarbſtoff und ſchmecken ſauer. Der Waſſerſtoff der Säuren iſt durch Metallatome erſetzbar, es entſtehen Salze (ſ. d.); je nach der Zahl der durch Metall erſetzbaren Waſſerſtoffatome ſpricht man von ein-, zwei- oder mehrbaſiſchen bezw. mono-, di- u. ſ. w. hydriſchen Säuren. Wenn aus mehreren Molekülen einer Oxyſäure ein oder mehrere Moleküle Waſſer austreten, entſtehen die Anhydroſäuren; Säureanhydride nennt man Verbindungen, die keinen Waſſerſtoff mehr enthalten und die man ſich ebenfalls durch Austritt von Waſſer aus Säuren entſtanden denken kann (z. B. $H_2SO_4 - H_2O = SO_3$ Schwefelſäureanhydrid). *Rathgen.*

Die Säuren vermögen bei größerer oder geringerer Verdünnung Waſſerſtoffionen durch elektrolytiſche Diſſoziation (ſ. d.) zu bilden. Da das *H*-Ion als das allen Säuren gemeinſchaftliche für die Säureeigenſchaften maßgebend iſt, ſo hängt die Stärke der Säure von der Menge der vorhandenen *H*-Ionen, alſo ihrem Diſſoziationsgrad, ab. Die ſtärkſten und ſtärkſt diſſoziierten Säuren ſind die anorganiſchen: Salzſäure, Brom- und Jodwaſſerſtoff, Salpeterſäure, ſchwächer iſt Schwefelſäure und Flußſäure, noch viel ſchwächer Phosphorſäure; die organiſchen Säuren ſind mit wenigen Ausnahmen noch erheblich ſchwächer als die meiſten anorganiſchen. Zu den ſchwächſten bekannten Säuren gehören Schwefelwaſſerſtoff, Kohlen-, Bor-, Blau-, Karbolſäure (Phenol). Die ſpezifiſchen Unterſchiede der Säuren ſind in der Natur der neben dem *H*-Ion vorhandenen Anionen begründet. — Vgl. a. Baſen.

Literatur: Oſtwald, Analyt. Chemie, Leipzig 1897; Derſ., Zeitſchr. f. phyſikal. Chemie, Bd. 3, 1889. *Abegg.*

Saffian, ſ. Leder, Bd. 6, S. 102.

Saflor (Safflor), ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Saflorbronzelack, mit Gummi verdickte Karthaminlöſung zur Grundierung von Tapeten, wodurch dieſelben das Ausſehen blaſſer grünlichgelber Goldbronzierung erhalten. *Andés.*

Saflorit, ſ. v. w. Speißkobalt (ſ. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Safran, s. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 638.

Safranbronze, s. Wolframbronzen.

Safranine, s. Farbstoffe, künstliche organische, Bd. 3, S. 628.

Safrol, s. Riechstoffe, künstliche.

Saftfarben, wasserlösliche, mit Gummi verdickte Lackfarben, finden nur beschränkte Anwendung in der Konditorei und hie und da zu Druckzwecken, wie für Spielkarten u. s. w.

Saftgelb ist eine Abkochung von Kreuzbeeren, stark eingedickt, mit Alaun gemischt, mit Gummi verdickt. Saftrot wird auf gleiche Weise aus in Ammoniak gelöstem Karmin hergestellt. Saftblau ist mit Oxalsäure gelöstes Pariserblau, mit Gummi verdickt, oder mit Gummi versetzter Indigokarmin. Saftgrün ist entweder Chlorophyll oder eine Mischung von Saftblau und Saftgelb. *Andés.*

Saftpressen, alle Pressen, welche die Trennung des Saftes von den festen Bestandteilen der Früchte u. s. w. bezwecken.

Bei den hier vorzugsweise in Betracht kommenden Obst- und Weinpressen wird das zerkleinerte Preßgut entweder in Preßtücher eingepackt oder in (mit Schlitzen) versehene auseinandernehmbare Preßbottiche. Von den verschiedenen Pressenarten kommen Hebel-, Spindel- und hydraulische Pressen zur Verwendung.

Zu den Hebelpressen gehört die noch vielfach anzutreffende Stein- oder Baumpresse. An dem freien Ende des 8—12 m langen einarmigen Hebels (Baum) ist eine Schraubenspindel angebracht, an deren Ende ein schwerer Steinblock sich befindet, der durch Drehen der Schraubenspindel vom Boden abgehoben werden kann, so daß der Preßdruck durch den Steinblock (andauernd) ausgeübt wird.

Die Spindelpressen werden als einfache Spindelpressen oder (seltener) in Verbindung mit einem Kniehebel ausgeführt. Sie besitzen eine in der Mitte angeordnete Schraubenspindel, die unten ein festes Widerlager (für Preßbottich u. s. w.) trägt, und eine Preßmutter, die durch Preßbalken- (Druckstück-) Unterlagen den Druck auf das Preßgut überträgt. Die Mutter wird mit Hilfe eines Handhebels, und zwar in der Regel unter Zwischenschaltung einer Knarre (s. d.), gedreht. Die Drehachse des Hebels fällt entweder mit der Spindelachse zusammen (einarmiger Hebel) oder sie liegt außerhalb (doppelarmiger Hebel) oder es sind zwei Hebel (der die Schaltklinke tragende einarmige, an dessen freiem Ende der kurze Arm des doppelarmigen Handhebels angreift), sogenannte Differentialpressen, angeordnet. Ordnet man zwei Schaltklinken an einem dreiarmigen Winkelhebel an (s. Schalten), so erhält man bei der Hin- und bei der Rückbewegung des Handhebels eine Drehung der Preßmutter; diese Einrichtungen besitzen die Malvilleschen Pressen [1], [2]. Um auch bei Spindelpressen den Preßdruck längere Zeit ohne Weiterdrehen der Preßmutter aufrechtzuerhalten, hat man mit einer Anzahl Federn versehene Druckplatten zwischen das Preßgut und die Preßmutter eingeschaltet. Andre Anordnungen dieser Pressen besitzen eine unten angeordnete feste Mutter, durch deren Drehung die einen Preßklotz tragende Schraubenspindel nach unten bewegt wird; die Drehung der Mutter kann mit Zahnrad- u. s. w. Uebersetzungen geschehen. Auch als Säulenpressen mit einer im oberen, die Säulen verbindenden Querhaupt angeordneten festen Mutter, deren zugehörige, den Druckbalken am unteren Ende tragende Spindel mittels Handhebels unter Zwischenschaltung einer Knarre gedreht wird, werden die Saftpressen ausgeführt.

Die hydraulischen Saftpressen weisen gegenüber den gewöhnlichen einfach hydraulischen Pressen keine besonderen Anordnungen auf; s. Pressen, S. 213.

Literatur: Piaz, A. dal, Die Maschinen und Geräte für Weinbereitung und Kellerwirtschaft, Wien 1888. — Kataloge der im Art. Obstmahlmühlen genannten Firmen. *A. Widmaier.*

Sagebienrad, s. Wassermotoren.

Sahlband (Sahlleiste), s. Weberei.

Sahling (Saling), am Top des Mastes befestigte Hölzer, welche den Fuß der Stenge stützen; s. Bemastung.

Saiger (gebräuchlichere Schreibweise feiger) ist markscheiderisch der Ausdruck für vertikal, während föhlig für horizontal, flach für geneigt gebraucht wird. Unter Seigerteufe versteht man die Entfernung zweier vertikal untereinander liegender Punkte voneinander.

Einer flachen Länge l mit dem Fallwinkel α entspricht die Seigerteufe $l \cdot \sin \alpha$ und die föhlige Länge (Sohlenlänge) $l \cdot \cos \alpha$; s. Fallen und Streichen. *Haußmann.*

Saigern (Absaigern, Aussaigern), die einfachen Schmelzprozesse, bei welchen in Oefen mit geneigter Sohle eine Trennung der leichter schmelzenden Metalle von schwerer schmelzenden oder von Gangart bewirkt wird, z. B. bei Raffination des Werkbleis, bei Antimon, Wismut u. s. w. Die zurückbleibenden Metallkörner heißen Saigerkörner. *Rathgen.*

Saigern, Saigerung. Bei Legierungen bezeichnet man als Saigerungen solche Materialstellen, deren Zusammensetzung eine von der Hauptmasse abweichende ist.

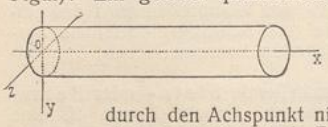
Der Vorgang des Saigerns (Saigerung) tritt während des Erstarrens der im flüssigen Zustand gleichmäßig zusammengesetzten Legierung ein. Die Saigerstellen treten bisweilen durch

eine andre Farbe, in der Regel aber durch andre Eigenſchaften, z. B. bei der Bearbeitung durch größere Härte u. ſ. w., hervor. Beſonders ſtark ſaigern die Kupferzinn-, Kupferblei-, Kupferſilberlegierungen; auch bei allen Eiſenſorten können Saigerungen (insbeſondere phosphor- und ſchwefelreiche) auftreten. Eutektiſche Legierungen ſaigern nicht. Zum Nachweis der (nicht ohne weiteres ſichtbaren) Saigerungen dienen chemiſche und metallographiſche Unterſuchungen, ſ. Metallographie, Bd. 6, S. 407.

Literatur: Lehrbücher über Eiſenhüttenkunde (Ledebur, Wedding u. a.) und die bei den Art. Metallographie, Legierung, Siderologie angegebene Literatur. *A. Widmaier.*

Saint-Venants Problem, Behandlung der Biegung eines prismatiſchen Stabes auf Grund der allgemeinen Elaſtizitätsgleichungen iſotroper feſter Körper (Bd. 3, S. 382) unter eigentümlichen beſchränkenden Vorausſetzungen [1], [2].

Da die techniſche Biegungstheorie von unbewieſenen Annahmen ausgeht (Bd. 1, S. 792), die Integration der allgemeinen Elaſtizitätsgleichungen (Bd. 3, S. 391) für beliebige äußere Kräfte (ſ. d.) aber nicht gelang, ſo faßte de Saint-Venant folgenden Fall ins Auge (vgl. die Figur): Ein gerader prismatiſcher Stab werde in einem Querſchnitt ſo gehalten (oder das Koordinatenſyſtem bewege ſich ſo mit dem Stab), daß der Achspunkt jenes Querſchnitts (Urſprung der Koordinaten) keine Verrückungen erleidet, die Punkte eines Linienelements durch den Achspunkt ſich nicht aus der Richtung desſelben (y-Achſe) entfernen, und die Punkte eines Flächenelements durch den Achspunkt nicht aus deſſen Ebene (yz-Ebene) treten, Bedingungen, welche eben ausreichen, jede Bewegung eines ſtarren Körpers (ſ. Kohäſion) hinſichtlich des erwähnten Koordinatenſyſtems unmöglich zu machen. Der elaſtiſche Stab aber kann Formänderungen erleiden, wobei ein Körperpunkt, welcher anfänglich bei x, y, z lag, im allgemeinen Wege ξ, η, ζ in den Richtungen x, y, z zurücklegt. Nur bei dem Punkt $x=y=z=0$ hat man nach obigen Vorausſetzungen:



$$\xi=0, \quad \eta=0, \quad \zeta=0, \quad \frac{\partial\xi}{\partial y}=0, \quad \frac{\partial\zeta}{\partial y}=0, \quad \frac{\partial\xi}{\partial z}=0. \qquad 1.$$

Die ξ, η, ζ ſollen kleine Größen gegen die x, y, z ſein. Vom Eigengewicht wie von Temperaturänderungen des Stabs wird abgeſehen. Aeußere Kräfte ſind nur auf die Endquerſchnitte, nicht auf die Mantelfläche zugelaſſen. Saint-Venant traf für dieſe äußeren Kräfte keine Wahl, ſondern nahm ſie behufs Ermöglichung einer Löſung verſuchsweiſe ſo an (vgl. [4], franz. Ausg., S. 144): A. daß die parallel der Stabachſe gedachten prismatiſchen Faſern keine Kräfte ſenkrecht zur Stabachſe aufeinander ausüben (bei den Bd. 3, S. 389 eingeführten Bezeichnungen $Y_y=Z_z=0$, $Y_z=Z_y=0$); B. daß die Dehnungen in den Längsrichtungen dieſer Faſern (die Werte $\frac{\partial\xi}{\partial x}$, vgl. Bd. 2, S. 692; Bd. 3, S. 390) nach der Quere nur linear veränderlich ſind. Unter dieſen Vorausſetzungen wird bei konſtantem Elaſtizitätsmodul E (ſ. d. und Elaſtizitätsgeſetz) die Normalſpannung für die Querſchnittselemente ebenfalls nach der Quere nur linear veränderlich: $X_x=E\frac{\partial\xi}{\partial x}$. Bekanntlich macht auch die techniſche Biegungstheorie jene Annahmen A., B. (abgeſehen von der jetzigen Berückſichtigung des Einfluſſes der Schubkräfte auf die Biegung, Bd. 1, S. 792, 793), wobei ſie bezüglich B. auf der ſpezielleren Annahme eben bleibender Querſchnitte fußt. Die Integration der Differentialgleichungen für die angegebenen Verhältniſſe führte zu gewiſſer, von der Querſchnittsform abhängiger Verteilung der äußeren Kräfte auf die Endquerſchnitte (nach gleichem Geſetze wie für die Beanſpruchungen der inneren Querſchnitte), ſo daß für dieſe Verteilung und die Vorausſetzungen der Ableitung die Annahmen A., B. bewieſen erſcheinen, und die Querſchnitte nach der Biegung ſchwach gekrümmt wären. Die fragliche Verteilung der äußeren Kräfte auf die Querſchnitte iſt nun zwar nicht die in der Praxis übliche, doch nahm man an, daß hierdurch nur in der Nähe der Angriffspunkte erhebliche Abweichungen entſtehen können, ſo daß die Vorausſetzungen A., B. für techniſche Zwecke im allgemeinen genügend feien ([4], franz. Ausg., S. 169, 174, [8], S. 141). Dabei iſt zu beachten, daß ſich ein in der gebräuchlichen Weiſe beliebig belaſteter Stab in Abſchnitte mit nur in den Endquerſchnitten angreifenden äußeren Kräften zerlegen läßt, während ein Einfluß der Verteilung dieſer Kräfte auf ihre Querſchnitte in einiger Entfernung von dieſen nicht hervortritt.

Clebſch [4] behandelte das de Saint-Venantſche Problem zugleich mit der Torſion prismatiſcher Stäbe, bei welcher ebenfalls nur äußere Kräfte auf die Endquerſchnitte vorausgeſetzt werden (vgl. Torſionselaſtizität). Er erhielt u. a. im Einklange mit den getrennten Unterſuchungen beider Fälle durch Saint-Venant ([4], S. 78, [6], S. 223):

$$\frac{\partial\xi}{\partial x}=a+by+cz+x(\alpha+\beta y+\gamma z), \qquad 2.$$

$$\xi=x(a+by+cz)+\frac{x^2}{2}(\alpha+\beta y+\gamma z)+F(y,z), \qquad 3.$$

worin $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma$ von x, y, z unabhängig, $F(y, z)$ eine vom Querſchnitt abhängige Funktion von y, z, ſo daß auch die durch 3. beſtimmte ſchließliche Form der anfänglich ebenen Querſchnitte vom Querſchnitt mitabhängt. Wenn die äußeren Kräfte ſymmetriſch zu einer Symmetrieebene des Stabes angreifen, liegen ſelbſtverſtändlich auch gleiche ξ ſymmetriſch zur letzteren. Weitere Darſtellungen des Saint-Venantſchen Problems ſ. [5], [6], [8]—[12]. Ueber unendlich dünne Stäbe ſ. [3], [4], S. 190.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pochhammer [7] unterfuchte auf Grund der allgemeinen Elaftizitätsgleichungen die Biegung ifotroper Stäbe von endlichem (auch innerhalb gewiffer Grenzen variabelm) Querfchnitt, auf deren ganze Oberfläche beliebige äußere Kräfte wirken. Die ξ, η, ζ werden klein gegen die x, y, z vorausgefetzt; die Behandlung läßt, wie die Integration durch unendliche Reihen, beliebige Annäherung zu. Pochhammer fieht die größte Querdimenfion c als klein gegen die Stablänge l an, alfo $\left(\frac{c}{l}\right)^n$ als kleine Größe n-ter Ordnung gegen 1, klaffifiziert alle Größen nach den Werten, welche fie höchftens erreichen können, zerlegt die Formänderungen nach diefen Größen in Beftandteile, und kann fo je nach der Anzahl berückfichtigter Glieder beliebige Grade der Annäherung erreichen [7], S. 37. Es ergibt fich, daß die Grundhypothefen der Navierfchen Biegungstheorie, wonach die der Stabachfe parallelen Fafern keine Querkräfte aufeinander ausüben und die Querfchnitte auch nach der Biegung Ebenen bilden (Bd. 1, S. 792), für gerade Stäbe beliebigen Querfchnitts in erfter Annäherung zutreffen [4], S. VIII, 59, 61. Das Ebenbleiben der Querfchnitte fanden u. a. Baufchinger und Confidère bei Verfuchen mit Stahl faft vollkommen beftätigt (Zeitfchr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1877, S. 87, bezw. Die Anwendung von Eifen und Stahl, Wien 1888, S. 38, 41) und Foeppl felbft für Granit und Sandftein annähernd zutreffend (Mitteil. aus dem mechan.-techn. Laboratorium zu München, 1896, 24. Heft, S. 4). Trotzdem genügen jene Annahmen auch für technifche Zwecke nicht allgemein, wie die Notwendigkeit der Berückfichtigung des Einfluffes der Schubkräfte auf die Biegung beweift (vgl. Bd. 1, S. 797; Bd. 3, S. 394 u. f. w.). Ueber die Biegung einfach gekrümmter Stäbe f. [8], S. 144, 169.

Literatur: [1] Barré de Saint-Venant, Mémoire sur la flexion des prismes élastiques, sur les glissements qui l'accompagnent lorsqu'elle ne s'opère pas uniformément ou en arc de cercle, et sur la forme courbe affecté alors par leurs sections transversales primitivement planes, Comptes rendus etc. 1854, XXXIX, S. 1027 (Auszug von [2], f. a. C. R. 1855, XLI, S. 143). — [2] de Saint-Venant, Mémoire sur la flexion des prismes (ganzer Titel wie [1]), Journal des mathématiques pures et appliquées de Liouville 1856, I, S. 89. — [3] Kirchhoff, Ueber das Gleichgewicht und die Bewegung eines unendlich dünnen elaftifchen Stabes, Journal für reine u. angew. Mathematik 1859, S. 285 (f. a. Kirchhoff, Mechanik, Leipzig 1877, S. 407). — [4] Clebfch, Theorie der Elaftizität feffter Körper, Leipzig 1862, S. 70 (franz. Ausg. mit Noten von Saint-Venant, Paris 1883, S. 137). — [5] Winkler, Die Lehre von der Elaftizität und Feftigkeit, Prag 1867, S. 235. — [6] Grashof, Theorie der Elaftizität und Feftigkeit, Berlin 1878, S. 217. — [7] Pochhammer, Unterfuchungen über das Gleichgewicht des elaftifchen Stabes, Kiel 1879. — [8] Caftigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications, Turin 1880, S. 102 (deutfch von Hauff, Wien 1886, S. 95). — [9] Ibbefton, An elementary treatise on the mathematical theory of perfectly elastic solids, London 1887, S 386. — [10] Poincaré, Leçons sur la théorie de l'élasticité, Paris 1892, S. 166. — [11] Foeppl, Feftigkeitslehre, Leipzig 1900, S. 429. — [12] Love, Lehrbuch der Elaftizität, deutfch von Timpe, Leipzig und Berlin 1900, S. 379.

Weyrauch.

Saiten, fadenförmige Körper, die gefpannt elaftifcher Schwingungen fähig find und vielfach zur Erzeugung mufikalifcher Töne verwendet werden.

Man unterfcheidet hauptfächlich Darmfeiten und Metallfaiten. Erftere, aus gedrehten Därmen (Lämmerdärmen) hergeftellt, finden bei den Streichinftrumenten Verwendung; letztere, aus Meffing- oder Kupferdraht, befonders aus gezogenem Draht von Eifen und Gußftahl, Klavierfaitendraht, dienen beffer bei der Tonerzeugung durch Anfchlagen. Auch die Darmfaiten werden teilweife mit Kupfer- oder Silberdraht umwickelt, zur Erhöhung ihres Gewichtes ohne Beeinträchtigung ihrer Biegfamkeit. Ueber die Schwingungen von Saiten f. Schall und die dort angeführte Literatur.

A. Schmidt.

Sakriftei, ein Nebenraum der Kirche zur Aufbewahrung von kirchlichen Gewändern, Geräten und Büchern und zum zeitweiligen Aufenthalt der Geiftlichkeit, beim neueren Kirchenbau meift ein Anbau an der Nord- oder Südfeite des Kirchenchors. Derfelbe foll heizbar, trocken, hell und zugfrei fein.

Weinbrenner.

Salband, f. Gang, Bd. 4, S. 255.

Salin (Melaffenafche), f. Pottafche.

Saline, f. Salz.

Salinometer, ein Aräometer zum Meffen des Salzgehaltes des Keffelwaffers.

Salit, f. Augit (Diopfid).

Salizin, Glykofid (f. d.), aus der Rinde von verfchiedenen Salix- und Populusarten. Weiße Kriftallnadeln. Schmelzpunkt 201° C.; in Waffer und Alkohol ziemlich leicht löslich. Arzneiliche Wirkung wie Salizylfäure. Bildet einen Beftandteil des als Gichtheilmittel bekannten Antiarthrins.

Bujard.

Salizylfäure, o-Oxybenzoefäure, Syn.: Acidum salicylicum, Acidum spiricum, $C_6H_4{}^{(1)COOH}_{(2)OH}$, eine durch ihre ftark antifeptifchen Eigenfchaften und als Konfervierungsmittel bekannte organifche Säure, die aus heißem Waffer in langen, fäuerlichfüß fchmeckenden Nadeln kriftallifiert und bei 156,5—157° fchmilzt.

Natürlich findet fie fich fowohl in freiem Zuftande in Spiräaarten als auch namentlich als Methylefter im Wintergreenöl, dem ätherifchen Oel von Gaultheria procumbens. Die Salizyl-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fäure ist eine einbasische Säure; durch Alkalikarbonate wird nur der Wasserstoff der Karboxylgruppe ersetzt, durch Aetzalkalien auch der der Hydroxylgruppe unter Bildung von basischen Salzen, aus welchen durch Kohlendioxyd wieder die neutralen Salze entstehen. Die wässerige Lösung der Säure und der löslichen Salze wird durch Eisenchlorid violett gefärbt. Die übrigen Reaktionen der Säure interessieren hier weiter nicht. Von ihren zahlreichen Darstellungsmethoden seien nur die beiden technisch wichtigen Verfahren von Kolbe und von R. Schmitt kurz angeführt. Nach Kolbes Vorschrift wird Phenol mit der zur Bildung von Phenolnatrium erforderlichen Menge Natronlauge in einer eisernen Retorte im Oel- oder Luftbade zur Trockene verdampft und der Rückstand durch vorsichtiges Erhitzen auf 180° völlig entwässert. Dann wird, während die Temperatur langsam auf 220—250° steigt, Kohlendioxyd eingeleitet. Hierbei bildet sich aus 2 Molekülen Phenolnatrium 1 Molekül basisch-salizylsaures Natrium, während 1 Molekül regeneriertes Phenol überdestilliert gemäß folgender Gleichung:

$$2\,C_6H_5 \cdot ONa + CO_2 = C_6H_5 \cdot OH + C_6H_4 < \begin{matrix} ONa \\ COONa. \end{matrix}$$

Das entstandene salizylsaure Natrium wird in Wasser gelöst, die Salizylsäure aus der Lösung mittels Salzsäure gefällt, ausgewaschen und weiter gereinigt. Nach dem Verfahren von Schmitt wird das Natriumphenolat durch Einpressen von Kohlendioxyd unter Druck in Autoklaven zunächst in phenolkohlensaures Natrium $C_6H_5 \cdot O \cdot CO_2Na$ umgewandelt. Dieses lagert sich dann beim Erhitzen auf 120—130° unter Druck in salizylsaures Natrium um:

$$C_6H_5 \cdot OCOONa \rightarrow C_6H_4 < \begin{matrix} OH \\ COONa. \end{matrix}$$

Die zweite Methode hat demnach vor der ersten den Vorzug, daß sie eine völlige Umwandlung des angewandten Phenols in Salizylsäure erzielt. Unter den geschilderten Bedingungen entsteht nur Salizylsäure, und es wird keine der isomeren Oxybenzoesäuren gebildet. Im Gegenteil lagert sich p-oxybenzoesaures Natrium beim Erhitzen auf 280° in basisch-salizylsaures Natrium um, indem Phenol und Kohlendioxyd dabei entstehen; ebenso gibt salizylsaures Natrium beim Erhitzen auf 220° das basische Salz unter Bildung von Phenol und Kohlendioxyd. Es findet also die Gleichung statt:

$$2\,C_6H_4 < \begin{matrix} COONa\,(1) \\ OH\,(2\text{ oder }4) \end{matrix} = C_6H_4 < \begin{matrix} COONa\,(1) \\ ONa\,(2) \end{matrix} + C_6H_5 \cdot OH + CO_2,$$

so daß oberhalb 200° nur das basisch-salizylsaure Salz beständig ist. Das Kaliumsalz verhält sich genau umgekehrt: aus Phenolkalium und Kohlendioxyd entsteht beim Erhitzen auf 150° basisch salizylsaures Kalium, neben basischem p-oxybenzoesauerm Kalium, dessen Menge mit steigender Temperatur wächst, so daß bei 220° nur ausschließlich dieses Salz entsteht. Ebenso geht salizylsaures Kalium beim Erhitzen auf 220° in basisch-p-oxybenzoesaures Kalium über. Diese Verhältnisse erfordern bei der Darstellung der Salizylsäure weitgehende Berücksichtigung, und es muß daher auf Innehaltung der richtigen Temperatur großes Gewicht gelegt werden. Von den Abkömmlingen der Salizylsäure ist hier nur noch der Phenylester, das Salol (s. d.), zu erwähnen. Bei vorsichtigem Erhitzen sublimiert Salizylsäure. Mit Wasserdämpfen ist sie flüchtig. In Alkohol (1 : 2), Aether (1 : 2), in Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Aceton, auch in Glyzerin und Fetten sowie ätherischen Oelen ist sie leicht löslich. Außer zur Konservierung findet die Salizylsäure zu arzneilichen Zwecken sowie zur Herstellung von Verbandmaterialien Verwendung.

Literatur: Fischer, F., Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 730; Beilstein, Handbuch der organ. Chemie, 3. Aufl., Hamburg 1896, Bd. 2, S. 1488 ff.; Schmidt, Pharm. Chemie, Braunschweig 1901. *Bujard.*

Salmiak (Ammoniumchlorid, Chlorammonium, Sal ammoniacum) NH_4Cl, bildet eine farblose Masse oder kleine weiße, oktaedrische Kristalle. Leicht löslich in Wasser, von salzigem Geschmack. Dissoziiert sich beim Verdampfen in Salzsäure und Ammoniak.

Zuerst in Kleinasien durch Verbrennen von Kamelmist und Sublimation des entstandenen Rußes erhalten, wird er jetzt entweder durch Neutralisation des Gaswassers mit Salzsäure oder durch Umsetzung von Ammoniumsulfat mit Chlornatrium- oder Chlorkaliumlösung gewonnen, wobei sich Natrium- bezw. Kaliumsulfat abscheidet, während Chlorammonium in Lösung bleibt. Auch Sublimation eines trockenen Gemenges von Ammoniumsulfat und Kochsalz ergibt Chlorammonium. Der aus dem Gaswasser erhaltene Rohsalmiak ist gelblich gefärbt und wird entweder umkristallisiert oder in gußeisernen Kesseln, tönernen Töpfen oder Glaskolben sublimiert; er kommt dann in Scheiben- oder Hutform in den Handel und findet Verwendung zur Herstellung andrer Ammoniumverbindungen, in der Zeugdruckerei, zum Löten und beim Verzinnen und Verzinken.

Literatur: Dammer, Handb. der chem. Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 1, S. 514. *Rathgen.*

Salmiakgeist, s. Ammoniumoxydhydrat.

Salol, Salizylsäurephenylester, $C_6H_4 < \begin{matrix} OH \\ COOC_6H_5 \end{matrix}$, rhombische Tafeln von 42,5° Schmelzpunkt und 172° Siedepunkt (unter 12 mm Druck), entsteht aus Salizylsäure beim Erhitzen für sich auf 200—220° unter Wasser- und Kohlendioxydabspaltung, aus Salizylsäure und Phenol mittels Phosphoroxychlorids als wasserentziehendem Mittel u. s. w.

Nach Nencki wird das rohe, nach dem Kolbeschen Verfahren erhaltene Salizylsäuregemisch, das also basisch-salizylsaures Natrium und Phenol enthält, nach dem Erkalten mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Phosphoroxy- oder Phosphorpentachlorid behandelt oder man läßt auf ein Gemenge von ſalizylſauerm Natrium und Phenolnatrium Phosgen einwirken, wobei folgende Gleichung ſtattfindet:

$$C_6H_4{<}^{OH}_{COONa} + C_6H_5 \cdot ONa + COCl_2 = C_6H_4{<}^{OH}_{COOC_6H_5} + 2\,NaCl + CO_2.$$

Beim Erhitzen mit Schwefelſäure oder Phosphortrichlorid geht das Salol in Xanthon oder Diphenylenketonoxyd $O{<}^{C_6H_4}_{C_6H_4}{>}CO$ über, eine Subſtanz, die durch ihre Beziehungen zu den organiſchen Farbſtoffen von Intereſſe iſt. Das Salol wird als Antiſeptikum verwendet.

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig 1896, 3. Aufl. Bd. 2, S. 1493; Schmidt, Pharm. Chemie, Braunſchweig 1901. *Bujard.*

Salpeter (Kaliumnitrat, prismatiſcher Salpeter, Kaliſalpeter) kriſtalliſiert in großen farbloſen, ſäulenförmigen, längsgeſtreiften, rhombiſchen Prismen; ſpez. Gew. 2,1, ſchmilzt bei 339°, zerſetzt ſich in der Rotglut zu Kaliumnitrit (KNO_2) und Sauerſtoff; 100 Teile Waſſer löſen bei 15° 26 Teile, bei 100° 241 Teile Salpeter. Kühlender, ſchwachſalziger, etwas bitterer Geſchmack.

Aus der in Oſtindien (Bengalen, Ceylon) und Aegypten natürlich vorkommenden Salpetererde wird der unter dem Namen indiſcher Rohſalpeter in den Handel gebrachte Kaliſalpeter durch Auslaugen und Eindampfen gewonnen. Der früher in Europa in den Salpeterplantagen aus den Haufen, die aus kalkhaltiger Erde, Dünger, tieriſchen Abfällen und Lumpen mit dazwiſchen gelegtem Stroh und Reiſig zum Zwecke beſſeren Luftzutritts beſtehen und die mit Jauche beſprengt und 2—3 Jahre Gärungs- und Oxydationsprozeſſen überlaſſen werden, hergeſtellte Salpeter iſt heute gänzlich durch den ſogenannten Konverſionsſalpeter verdrängt. Dieſer wird aus Chiliſalpeter (ſ. Bd. 2, S. 438) durch Einwirkung von Staßfurter Chlorkalium gewonnen ($NaNO_3 + KCl = KNO_3 + NaCl$). Die Umſetzung geht in der wäſſerigen Löſung glatt vor ſich und die verſchiedene Löslichkeit der Salze geſtattet leicht die Trennung des Kaliumnitrats von den andern Salzen. Durch Decken mit Salpeterlöſung befreit man das auskriſtalliſierte Salz von beigemengten Chloriden. Der Kaliſalpeter wird in der Hauptſache zur Fabrikation des Schießpulvers und in der Feuerwerkerei verwendet, da er im Gegenſatz zu Natronſalpeter an der Luft trocken bleibt; außerdem wird er zu Flüſſen in der Metallurgie ſowie zum Einpökeln des Fleiſches benutzt.

Literatur: Dammer, Handbuch der chemiſchen Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 1, S. 304; Muſpratts Chemie, Braunſchweig 1893, Bd. 4, S. 902. *Rathgen.*

Salpeter, kubiſcher, ſ. v. w. Chiliſalpeter (ſ. d.).

Salpetergas, ſ. v. w. Stickſtoffoxyd (ſ. d.).

Salpeterluft, ſ. v. w. Stickſtoff (ſ. d.).

Salpeterſäure HNO_3, das Hydrat des Salpeterſäureanhydrids, N_2O_5, iſt eine farbloſe, ſtechende Dämpfe ausſtoßende, ätzende Flüſſigkeit, die bei —42° erſtarrt und bei 86° ſiedet; ſpez. Gew. 1,552 bei 15°.

Schon durch die Einwirkung des Lichtes zerſetzt ſie ſich unter Bildung von Stickſtoffdioxyd, Waſſer und Sauerſtoff. Bei dem Erhitzen verhält ſich die Salpeterſäure verſchieden, je nachdem ſie mit wenig oder viel Waſſer gemiſcht iſt; in erſterem Fall geht eine ſtärkere Säure über, während eine waſſerreichere zurückbleibt, im andern ſteigt allmählich die Konzentration der überdeſtillierenden, bis bei 120,5° eine Säure von 1,414 ſpez. Gew. übergeht.

Die Salpeterſäure iſt ein energiſches Oxydationsmittel; ſie löſt bezw. oxydiert alle Metalle, ausgenommen Gold und die Platinmetalle. Organiſche Subſtanzen werden zum Teil nitriert, d. h. ſie nehmen die Atomgruppe NO_2 auf, zum Teil werden ſie weitgehenden Zerſetzungsprozeſſen durch die Salpeterſäure unterworfen. Salpeterſäure wird dargeſtellt durch Deſtillation eines Gemenges von Natron-(Chili-)ſalpeter mit Schwefelſäure in liegenden Zylindern oder in großen Töpfen aus Gußeiſen, die vom Feuer umſpült werden. Man benutzt meiſtens eine nicht zu konzentrierte Säure und arbeitet nach ſolchen Mengenverhältniſſen, wie ſie der Gleichung $NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3$ entſprechen. Zur Kondenſation dienen eine Reihe von tönernen Töpfen (ſogenannte Bombonnes) mit anſchließendem Koksturm oder in neuerer Zeit Syſteme von Tonröhren, die entweder durch Luft oder auch zum Teil durch Waſſer gekühlt werden, mit anſchließendem Plattenturm. Da bei der Einwirkung der Schwefelſäure auf Salpeter ſtets nebenbei Unterſalpeterſäure auftritt, ſo verjagt man dieſe entweder durch Einblaſen von Luft (Bleichen) oder führt ſie durch Zuleitung von erwärmter Druckluft in die noch nicht kondenſierte waſſerhaltige Säure in Salpeterſäure über. Der in der Retorte zurückbleibende ſogenannte Salpeterkuchen, aus Natriumſulfat und Natriumbiſulfat beſtehend, wird entweder durch Kochſalzzuſatz auf Sulfat verarbeitet oder auch direkt zur Fabrikation von Champagnerflaſchen verwendet. — In der jüngſten Zeit ſcheint dort, wo billige Waſſerkräfte zur Verfügung ſtehen, das Verfahren von Birkeland und Eyde, direkt aus der atmoſphäriſchen Luft durch elektriſche Entladungen Stickſtoffſauerſtoffverbindungen und ſo mittelbar auch Salpeterſäure, vorerſt in der Form von Calciumnitrat, zu erhalten, Erfolg zu haben. Näheres ſ. [2].

Rote rauchende Salpeterſäure wird durch Erhitzen von Natronſalpeter mit weniger Schwefelſäure, als in der obenangegebenen Formel ſteht, und bei höherer Temperatur als eine dunkelrote Flüſſigkeit gewonnen, die an der Luft gelbe Dämpfe ausſtößt, die ein Gemenge von Salpeterſäure und Stickſtoffdioxyd ſind. Sie iſt ein noch energiſcher wirkendes Oxydationsmittel als die gewöhnliche Salpeterſäure. — Königswaſſer iſt ein Gemenge von 1 Gewichtsteil Salpeterſäure und 4—6 Gewichtsteilen konzentrierter Salzſäure, deſſen gelbe Farbe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und große Reaktionsfähigkeit der Gegenwart von freiem Chlor und von Nitroſylchlorid (*NOCl*) zuzuſchreiben iſt.

Salpeterſäure findet Verwendung zur Oxydation von Schwefeldioxyd zu Schwefelſäure im Bleikammerprozeß, zur Bereitung des Königswaſſers, zur Scheidung von Gold und Silber (daher der Name Scheidewaſſer), zur Fabrikation der ſalpeterſauern Salze (Silbernitrat u. ſ. w.), zur Nitrierung organiſcher Verbindungen (Nitroverbindungen, wie Nitrobenzol, Nitroglyzerin, Nitrocelluloſe u. a. m.). Die Weltproduktion beträgt jährlich etwa 100000 t.

Literatur: [1] Dammer, Handbuch der chem. Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 1, S. 314. — [2] Prometheus 1905, S. 149. *Rathgen.*

Salpeterſäureſalze (Nitrate), ſ. Salpeterſäure.

Salpeterſaure Eiſenbeize, ſ. Eiſenſulfate.

Salpeterſaures Ammoniak, ſ. Ammoniumſulfat.

Salpeterſaures Natron, ſ. v. w. Chiliſalpeter (ſ. d.).

Salpeterſaure Tonerde, ſ. Aluminiumverbindungen, Bd. 1, S. 167.

Salſe, Schlammſprudel, Ströme von tonig-ſandiger, breiartiger Maſſe, die zeitweilig unter Ausſtrömung von Kohlenwaſſerſtoffgaſen, Kohlenſäure, Kohlenoxyd aus kraterähnlichen Vertiefungen emporgeſchleudert werden oder aus ihnen ausfließen. Sie kommen, mit heißem Waſſer vermengt, in der Nähe der Vulkane (Italien, Irland, Zentralamerika) oder kalt unter Beimengung von Naphtha und abhängig von Vulkanen in kohlenſtoffreichen Gegenden vor. *Leppla.*

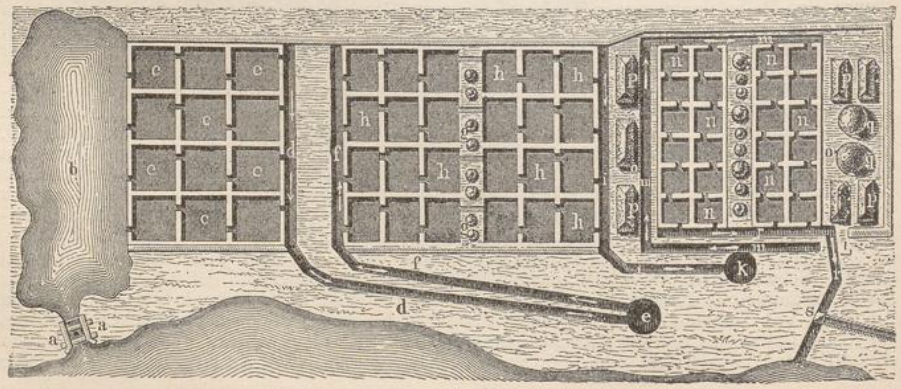
Saltitze, ſ. Senkfaſchine.

Salz (Kochſalz), Chlornatrium, *NaCl*, kriſtalliſiert in Würfeln, die Waſſer eingeſchloſſen halten, das beim Erhitzen unter knatterndem Geräuſch und Zertrümmerung der Kriſtalle entweicht (Dekrepitationswaſſer). In reinem Zuſtande farblos, von rein ſalzigem Geſchmack; ſchmilzt bei 776°, bei höherer Temperatur verflüchtet es ſich als weißer Dampf.

Während reines Kochſalz ſich an der Luft vollkommen trocken hält, machen es ſchon geringe Beimengungen von Chlormagneſium und Chlorcalcium, die faſt immer im gewöhnlichen, durch Verſieden gewonnenen Salz enthalten ſind, hygroſkopiſch. In Waſſer leicht löslich; 100 Teile Waſſer von 0° löſen 35,52 Teile Kochſalz, bei 14° 35,87 Teile und bei 100° 39,61 Teile; in abſolutem Alkohol unlöslich. In der Natur weit verbreitet, und zwar in gelöſter Form im Meerwaſſer, in den Salzſeen (Kaſpiſches Meer, Totes Meer, Großer Salzſee) und Salzquellen, in feſter Form als Ausſcheidung aus ſalzhaltigen Gewäſſern (Steppenſalz) und als Steinſalzlager (in Deutſchland das große Lager, das bei Staßfurt, Aſchersleben, Spremberg bei Berlin, Segeberg in Holſtein u. ſ. w. aufgeſchloſſen iſt, in Oeſterreich-Ungarn im Salzkammergut, Wieliczka u. ſ. w., in Spanien das teilweiſe zutage tretende Lager von Cardona in Katalonien, in England bei Northwich in Cheſhire u. ſ. w.). Die Steinſalzlager ſind durch Ablagerungen aus Meerwaſſer entſtanden, indem ſich zuerſt die ſchwer löslichen Verbindungen (Gips, Calciumkarbonat) abſchieden, dann Steinſalz und darüber die leichter löslichen Abraumſalze (ſ. Kaliſalze); den über dem Steinſalz lagernden Anhydridhut erklärt man ſich durch die waſſerentziehende Wirkung der konzentrierten Mutterlaugen auf Gips, der aus neu hinzutretendem und verdunſtendem Seewaſſer ausfällt. Näheres über die Entſtehung der Steinſalzlager ſ. [1] und [2].

Gewinnung des Salzes.

1. **Aus Meerwaſſer.** Da das direkte Verſieden des Meerwaſſers (im Mittel enthält Waſſer aus dem Atlantiſchen Ozean 26, aus dem Mittelmeer 30‰ Chlornatrium) wegen der hohen Koſten für Brennmaterial unvorteilhaft iſt, ſo konzentriert man in ſüdlichen Ländern, beſonders an den Ufern des Mittelmeers, durch freiwillige Verdunſtung des Meerwaſſers in den ſogenannten Meerſalinen oder Seegärten (ſ. die Figur). Die einzelnen Baſſins ſind durch Dämme, die mit Einlaßöffnungen verſehen ſind, getrennt. Der Boden wird durch feſtgeſtampften fetten Ton



und durch ein Algenpolſter gebildet. Im März, zur Flutzeit, läßt man Meerwaſſer durch die Schleuſe *a* in das etwa 1 m tiefe Hauptbaſſin *b* ein. Das dort geklärte Waſſer fließt in den Vorteich *c* und unter fortwährender Verdunſtung durch den Kanal *d* in die Ziſterne *e*. Von hier aus wird es durch Pumpen in den Kanal *f* gehoben und fließt dann in die Verdunſtungsbaſſins *h*, wo ſich die ſchon in *c* begonnene Ausſcheidung von Calciumſulfat, hier außerdem auch etwas Magneſiumſulfat, fortſetzt. Etwa in den hinterſten Reihen von *h* ſchon ausfallendes Kochſalz wird ausgekrückt und auf dem Damm *g* in Haufen geſetzt. Die geſättigte Sole fließt durch den Kanal *i* in die Ziſterne *k*, wird von dort aus mittels Pumpen in den Kanal *m* gehoben und in die Kriſtalliſationsbaſſins verteilt. Die hier entſtehenden Salzkruſten werden mit hölzernen Krücken auf die Dämme *o* zuſammengezogen, die Mutterlauge läuft in die Baſſins zurück und wird endlich, wenn ſich kein Kochſalz mehr abſcheidet, durch den Kanal *r* mit der Schleuſe *s* ins Meer abgelaſſen. Das gewonnene Salz wird zu viereckigen *p* oder runden *q* Haufen geſchichtet, mit Seegras und Stroh bedeckt und einige Monate im Freien gelaſſen, damit beigemengtes Chlormagneſium durch die Luftfeuchtigkeit zerfließen und dann abfließen kann. Je nach der Witterung erzielt man in den 5—6 Betriebsmonaten 2—3 Ernten, von denen die erſte das reinſte Salz liefert. Stellenweiſe werden die Mutterlaugen nicht ins Meer abgelaſſen, ſondern auf Natriumſulfat (Glauberſalz Na_2SO_4) und Karnallit ($KMgCl_3 + 6H_2O$) verarbeitet, wobei als Zwiſchenprodukt die sels mixtes entſtehen, ein Gemenge von Chlornatrium und Magneſiumſulfat.

2. **Aus natürlichen und künſtlichen Solen.** Wenn natürliche Salzquellen unter 16‰ Chlornatrium enthalten, ſetzt man ihnen entweder Steinſalz zu oder reichert ſie durch Gradierung an, um ſie ſiedewürdig zu machen. Das Gradieren findet heute meiſtens nur noch in Badeorten ſtatt, um die Luft mit Kochſalz zu ſchwängern, und zwar in den bekannten Gradierwerken, langen, mit der Breitſeite den vorherrſchenden Winden ausgeſetzten Balkengerüſten, deren Zwiſchenräume mit Schwarzdorn ausgelegt ſind. Aus dem oben auf der Gradierwand befindlichen Troge fällt die Sole tropfenweiſe auf die Seite der Dornwand, die dem Winde zugekehrt iſt. Eine beſondere Vorrichtung, die ſogenannte Geſchwindſtellung, geſtattet bei Windwechſel, die Tropfen auf die andre Seite der Dornwand fallen zu laſſen. Indem die Tropfen von Dorn zu Dorn allmählich herunterſickern, bietet die Sole der Luft eine große Oberfläche dar und bewirkt dadurch eine ſchnelle Verdunſtung des Waſſers, wodurch zugleich eine Abſcheidung des ſchwer löslichen Calciumſulfats ſtattfindet, das die Dornen als ſogenannter Dornſtein überzieht. Unterhalb der Dornwand ſammelt ſich die konzentrierte Sole in einem breiten Baſſin aus Holz, dem Solkaſten oder Sumpfe, an und ſetzt daſelbſt noch Gips, Calciumkarbonat und, wenn die Sole eiſenhaltig iſt, auch Eiſenoxydhydrat als Schlamm ab. Iſt die gradierte Sole noch nicht ſalzreich genug, ſo wird ſie mittels Pumpen wieder in den Trogkaſten geſchafft, um nochmals gradiert zu werden, nötigenfalls noch zum dritten- und viertenmal. An Froſttagen wird nicht gradiert, da ſich dann Natriumſulfat bildet. Künſtliche Solen erhielt man früher vielfach durch Anlage von Schächten und Solbrunnen, heute mehr durch Treiben der Bohrlöcher, die mit Holz oder Kupferröhren ausgefüttert werden, bis in das Steinſalz ſelber hinein. Das ſo eingeführte Waſſer muß, nachdem es genügend Salz gelöſt hat, mit Pumpen emporgeſchafft werden. Außer dem ferner allgemein verbreiteten Auflöſen von bergmänniſch gewonnenem Steinſalz unter oder über Tage iſt noch der ſogenannte Sinkwerksbetrieb in den ſalzhaltigen Tonen Bayerns und Oeſterreichs zu erwähnen. Dort wird das ſich über die Talſohle erhebende Gebirge durch Stollen geöffnet und in die bergmänniſch erweiterten Räume wiederholt Waſſer eingeleitet und herausbefördert, bis durch die entſtehende Auskeſſelung ein Einbruch des Deckgebirges oder der Seitenwände der Nachbarbetriebe droht.

Das Verſieden. Die auf die eine oder andre Weiſe erhaltene ſiedewürdige Sole läßt man in großen Behältern ſich von dem meiſtens mitgeführten Tonſchlamm klären und ſetzt, bei einem häufig vorkommenden Gehalt an Magneſiaſalzen, Kalkmilch zu, wobei Gips und Magneſiumhydroxyd ausfallen und auch klärend wirken. Das Verſieden ſelbſt geſchieht in Salzſudwerken (Salinen, Koten) entweder in offenen Pfannen oder geſchloſſenen Keſſeln. Die offenen viereckigen Pfannen aus Eiſenblech haben meiſtens eine Seitenlänge von 10—20 m, eine Tiefe von ca. 0,5 m und ſind mit einem hölzernen Dampfmantel verſehen, der die Waſſerdämpfe in die Luft führt. Häufig befinden ſich zwei Pfannen übereinander, damit die aus der unteren Pfanne aufſteigenden Dämpfe zum Vorwärmen der oberen Pfanne benutzt werden. Geſchloſſene Keſſel verwendet man, um die Abdämpfe völlig auszunutzen. Als Heizquellen dienen direkte Feuerungen, die Abhitze der Feuergaſe, Generatorgaſe, Dampf von unten oder durch in der Sole liegende Röhren; auch Flammrohrpfannen ſind in Gebrauch. Bei dem Verſieden unterſcheidet man zwei Phaſen, das Stören und das Soggen. Man nimmt beides ſowohl nacheinander in derſelben Pfanne vor als auch gleichzeitig in getrennten Pfannen. Bei dem Stören, dem eigentlichen Sieden der Salzlöſung, ſcheiden ſich Gips, Natriumſulfat, Karbonate u. ſ. w. einerſeits als Schaum, anderſeits als feiner Schlamm ab, die beide entfernt werden. Ein Teil der ausfallenden Verbindungen brennt nebſt Kochſalz auf dem Boden der Pfanne feſt und bildet den ſogenannten Pfannenſtein (Hungerſtein), der als Leckſalz Verwendung findet. Die zweite Periode, das Soggen, beginnt, ſowie ſich das Kochſalz ausſcheidet, und zwar wird es entweder bei lebhaftem Feuer und bei einer Temperatur, die nicht unter 90° C. herabgeht, als feines Pulver oder bei langſamer Verdunſtung als grobkörniges Salz erhalten. Bei ungeſtörter Kriſtalliſation entſtehen die bekannten trichterförmig gruppierten Kriſtalle, indem ein an der Oberfläche der Salzlöſung ſich bildender kleiner Salzwürfel durch ſeine Schwere etwas einſinkt, dadurch die Bildung von vier andern Würfeln an ſeinen vier Seiten veranlaßt, und indem dieſer Vorgang ſich dann ſo lange wiederholt, bis der ganze Trichter durch ſeine Schwere zu Boden ſinkt. Das bei dem Soggen zuerſt ausfallende Salz, das ſogenannte Krückſalz, iſt noch durch Gips und andre Verbindungen verunreinigt, das darauf entſtehende Salz iſt weiß und das reinſte. Das mittels Krücken an den Rand der Pfanne gezogene Kochſalz wird mit Schaufeln heraus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

genommen, abtropfen gelaſſen und auf eiſernen oder gemauerten Pfannen oder auf Hürden in Trockenſtuben getrocknet und wenn nötig geſiebt oder vermahlen. Die Mutterlauge wird in einigen Siedereien weggegeben, in andern noch auf verſchiedene Salze, auch auf Bade- und Düngeſalz, verarbeitet. — Vorgeſchrittene größere Betriebe machen heute mehr und mehr Gebrauch von mechaniſchen Einrichtungen für das Krücken, für das Leeren der Pfannen, für die Formſalzbereitung und für das Trocknen des Salzes durch Teller- und Trommelapparate und beſonders durch Zentrifugen, in denen durch Dampf noch anhaftende Mutterlauge abgeſchleudert und dann mit warmer Luft getrocknet wird und die meiſtens ſelbſttätige Salzaustragevorrichtungen beſitzen. Die Anwendung von Vakuumapparaten iſt bisher in der Kochſalzinduſtrie kaum über Verſuchsanlagen hinausgekommen. Näheres hierüber und über andre Verbeſſerungsvorſchläge ſ. beſonders [2].

3. **Bergmänniſch gewonnenes Steinſalz** wird bei genügender Reinheit wohl direkt vermahlen und als Speiſeſalz in den Handel gebracht, meiſtens aber in der unter 2. beſchriebenen Art verarbeitet. Neuerdings ſoll durch Schmelzen nach dem Teeſchen Verfahren reines Kochſalz gewonnen werden [3].

Endlich ſei noch bemerkt, daß Kochſalz bei einigen chemiſchen Prozeſſen als Nebenprodukt erhalten wird, z. B. bei der Konverſion des Chiliſalpeters (ſ. unter Salpeter).

In Deutſchland wurden im Jahre 1907 1 285 137 t Steinſalz und 665 552 t Salz aus wäſſeriger Löſung gewonnen, während die Weltproduktion 15—16 Millionen Tonnen betrug. In Deutſchland iſt für je 1000 kg Speiſeſalz eine Steuer von 120 ℳ zu entrichten, dagegen iſt für Salz zu andern Zwecken nur 2 ℳ für 1000 kg zu zahlen; dasſelbe muß jedoch denaturiert werden. Als Denaturierungsmittel dienen je nach der Verwendung Eiſenoxyd, Wermutkrautpulver (Viehſalz), Natriumſulfat, Schwefelſäure (Sodafabrikation), Petroleum, Tran, Kienöl, Ruß, Karbolſäure (Düngeſalz, Gerberei, Töpferwaren u. ſ. w.) u. a. m. Ausführlicheres über Denaturierungsmittel ſ. [2].

Literatur: [1] Muſpratt, Chemie, Braunſchweig 1896, Bd. 6, S. 431—839. — [2] Fürer, Salzbergbau und Salinenkunde, Braunſchweig 1900. — [3] Scientific American, Supplement 66, S. 54.

Rathgen.

Salzburger Vitriol, ſ. Eiſenvitriol.

Salze ſind Verbindungen, welche entweder durch Erſetzung des Waſſerſtoffs einer Säure (ſ. d.) durch Metallatome ($H_2SO_4 + Zn = H_2 + ZnSO_4$), oder durch Vereinigung einer Säure mit einer Baſe (ſ. d.) unter Waſſerabſcheidung ($HCl + KOH = KCl + H_2O$), oder durch Vereinigung von Säureanhydrid mit Baſenanhydrid ($NH_3 + HCl = NH_4Cl$) entſtehen.

Iſt in Säuren mit mehr als einem durch Metalle erſetzbaren Waſſerſtoffatom aller Waſſerſtoff durch Metall erſetzt, ſo ſpricht man von neutralen oder normalen Salzen, iſt der Waſſerſtoff nur teilweiſe erſetzt, von ſauern Salzen, oder man wählt die Bezeichnungen primäres, ſekundäres u. ſ. w. Salz (z. B. primäres Natriumphosphat NaH_2PO_4; tertiäres oder neutrales Natriumphosphat Na_3PO_4). Bei letzteren Salzen, überhaupt denen der dreibaſiſchen Säuren, ſagt man ſtatt primäres und ſekundäres auch Eindrittel- und Zweidrittelgeſättigtes, z. B. Natriumphosphat u. dergl. Baſiſche Salze nennt man ſolche, bei welchen das Molekül eines neutralen Salzes mit einem Molekül Hydroxyd verbunden iſt, z. B. $CuCO_3$, $Cu(OH)_2$; auch die Oxychloride rechnet man zu den baſiſchen Salzen (z. B. $PbCl_2PbO$). Komplexe Salze ſind ſolche, in denen der Waſſerſtoff der Säure nicht durch Metallatome erſetzt iſt, ſondern durch Atomkomplexe, welche Metallatome enthalten (z. B. $[UO_2]Cl_2$). Doppelſalze (ſ. d.) ſind ſolche, in denen die Waſſerſtoffatome einer Säure durch verſchiedenartige Metallatome erſetzt ſind (z. B. $NaKSO_4$). Die Salze der ſauerſtofffreien Halogenwaſſerſtoffe heißen Haloidſalze (z. B. KCl, $NaBr$ u. ſ. w.). Salze, bei denen der Sauerſtoff durch Schwefel erſetzt iſt, werden Sulfoſalze genannt (z. B. $K_2As_2S_4$). Die Nomenklatur der Salze iſt eine verſchiedene; man ſtellt entweder das ſäurebildende Element voran (z. B. Chlornatrium, ſchwefelſaures Natrium) oder auch umgekehrt (z. B. Natriumchlorid, Natriumſulfat). Sind eine Reihe von Säuren eines und desſelben Elementes vorhanden, ſo bezeichnet man mit der Endung it die ſauerſtoffärmere, mit der Endung at die ſauerſtoffreichere Verbindung (z. B. Na_2SO_3 Natriumſulfit, Na_2SO_4 Natriumſulfat), eine noch ſauerſtoffärmere mittels der Vorſilbe hypo und der Endung it (z. B. $NaHSO_2$ Natriumhypoſulfit), eine noch ſauerſtoffreichere mittels der Vorſilbe per und der Endung at (z. B. $KClO_4$ Kaliumperchlorat). Bei Metallen, welche Oxyd- und Oxydulſalze bilden (z. B. $FeSO_4$ ſchwefelſaures Eiſenoxydul oder Eiſenoxydulſulfat, $Fe_2(SO_4)_3$ ſchwefelſaures Eiſenoxyd oder Eiſenoxydſulfat) wird auch noch Gebrauch von den lateiniſchen Namen des Metalls mit den Buchſtaben o bezw. i gemacht (z. B. $FeSO_4$ Ferroſulfat, $Fe_2(SO_4)_3$ Ferriſulfat); bei den Halogenſalzen nimmt man dieſelben Bezeichnungen ($FeCl_2$ Ferrochlorid, Fe_2Cl_6 Ferrichlorid), oder unterſcheidet durch die Endungen ür und id ($FeCl_2$ Eiſenchlorür, Fe_2Cl_6 Eiſenchlorid) [1]. — Die meiſten Salze ſcheiden ſich aus ihren wäſſerigen Löſungen (z. B. Kochſalz, Soda), manche aus Dämpfen (z. B. Aluminiumchlorid), einige aus dem Schmelzfluß (z. B. Kaliumdichromat) in Kriſtallgeſtalt aus. Sehr viele Salze nehmen beim Entſtehen in Waſſer oder bei nachträglichem Löſen in Waſſer eine beſtimmte Menge des letzteren auf, mit der ſie kriſtalliſieren (z. B. $Na_2CO_3 + 10\,H_2O$). Dieſes „Hydratwaſſer“ oder „Kriſtallwaſſer“ wird von manchen Salzen bei andrer Temperatur in andrer beſtimmter Menge aufgenommen (z. B. $Na_2CO_3 + 5\,H_2O$ bei höherer Temperatur). Das Kriſtallwaſſer läßt ſich durch Erhitzen ohne ſonſtige chemiſche Veränderung des Salzes austreiben; andernfalls ſpricht man von „Konſtitutionswaſſer“. Manche Salze enthalten das Kriſtallwaſſer ſo loſe gebunden, daß es ſchon an der Luft langſam verdunſtet und die Kriſtalle „verwittern“ (z. B. Soda). Dagegen nehmen andre Salze ſogar die Feuchtigkeit aus der Luft auf und zerfließen damit (z. B. Chlorcalcium). Einige waſſerfreie Salze werden vom Waſſer unter Temperaturſteigerung gelöſt (z. B. calcinierte Soda), andre Salze unter Sinken der Tempe-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ratur (z. B. Kaliumnitrat und besonders Kaliumsulfocyanat); letztere werden deshalb zu Kältemischungen (s. d.) verwendet.

Mehrere Salze, besonders mit Kristallwasser kristallisierende, bilden bei ruhigem Erkalten ihrer gesättigten wässerigen Lösungen in verschlossenen Flaschen übersättigte Lösungen, die durch Schütteln oder Berühren unter starker Selbsterhitzung kristallisieren (z. B. Natriumacetat). Manche Salze sind in Wasser unlöslich (z. B. Baryumsulfat), einige in Alkohol löslich (z. B. Calciumnitrat) [2].

Gegen Lackmus oder Methylorange reagieren die von starken Basen mit starken Säuren gebildeten Salze neutral (z. B. Kochsalz), die von starken Basen mit schwachen Säuren alkalisch (z. B. Soda), und die von schwachen Basen mit starken Säuren sauer (z. B. schwefelsaure Tonerde); letztere Salze sind nicht immer beständig. Salze von schwachen Basen mit schwachen Säuren sind unbeständig (z. B. essigsaure Tonerde), wenn überhaupt möglich.

In wässerigen Lösungen [2], [3] erleiden die Salze einen eigenartigen, nicht bis zur Zersetzung führenden Zerfall in bestimmte Bruchstücke (Ionen, s. d., und zwar in „Kationen", z. B. Natrium, und „Anionen", z. B. Chlor) ein Zerfall, der sich mit der Verdünnung der Lösung auf immer mehr Moleküle erstreckt; man sagt, die Salze „dissoziieren". Näheres darüber unter Dissociation, Ionentheorie, Osmose.

Literatur: [1] Roscoe und Classen, Lehrbuch der anorganischen Chemie, 3. Aufl., Braunschweig 1895, Bd. 1, S. 149. — [2] Ebend., 3. Aufl., Braunschweig 1897, Bd. 2, S. 9 ff. — [3] Ostwald, W., Grundriß der allgemeinen Chemie, 3. Aufl., Leipzig 1899, S. 214 ff. *Moye.*

Salzkörner, s. Diamant, Bd. 2, S. 736.

Salzsäure, Chlorwasserstoff, Hydrochlor. a) Gasförmiger Chlorwasserstoff *HCl*; Mol.-Gew. 36,46, spez. Gew. 1,26 bei 17°. Farbloses Gas von stechend sauerm Geruch, an der Luft Nebel bildend, indem es sich mit der Feuchtigkeit der Atmosphäre zu wässeriger Salzsäure verbindet. Unter Anwendung von Kälte und Druck wird es zu einer farblosen beweglichen Flüssigkeit, die bei — 115,7° zu einer weißen Kristallmasse erstarrt. 1 Vol. Wasser löst bei 0° 500 Vol. *HCl* = 43 Gew.-Proz.; bei 20° 440 Vol. *HCl* = 37½ Gew.-Proz. und bildet dann b) die Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure, eine farblose, bei genügender Konzentration an der Luft rauchende, stark saure Flüssigkeit, deren Siedepunkt je nach dem Gehalt an *HCl* und nach dem Luftdruck ein wechselnder ist. Wird konzentrierte Salzsäure erhitzt, so entweicht zuerst gasförmiger Chlorwasserstoff mit wenig Wasser, bis bei einer Temperatur von 110° eine Säure überdestilliert, welche 20,2% *HCl* enthält und die chemische Zusammensetzung $HCl + 8H_2O$ hat. Salzsäure löst die meisten Metalle und Metalloxyde unter Bildung von Chloriden bezw. Chlorüren. Freie wie gebundene Salzsäure gibt mit Silbernitratlösung weißes, käsiges, sich am Lichte schwärzendes Chlorsilber, das in Wasser unlöslich ist, sich dagegen leicht in Ammoniak löst.

Die wässerige Salzsäure ist das wertvollste Nebenprodukt bei der Sodadarstellung nach dem Leblanc-Prozeß; ein andres Verfahren, Salzsäure zu gewinnen, das Hargreaves-Robinsonsche (schweflige Säure, Luftsauerstoff und Wasserdämpfe geben mit Kochsalz: Natriumsulfat und Salzsäure) ist in England verbreitet, sonst aber nur vereinzelt vom technischen Großbetriebe aufgenommen. Ferner gewinnen einige Kaliwerke Salzsäure aus mit Magnesiumoxyd erstarrter Chlormagnesiumlauge durch Glühen im Wasserdampfstrom. Endlich werden große Mengen Salzsäure bei Darstellung der für künstlichen Indigo dienenden Monochloressigsäure erhalten; Näheres s. [1] und [3]. Bei dem Leblancschen Prozeß vollzieht sich die Umwandlung des Kochsalzes mit Schwefelsäure in Flamm- oder Muffelöfen (s. Sulfatöfen unter Soda) nach den Gleichungen: $2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$ oder $NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$ und $NaHSO_4 + NaCl = Na_2SO_4 + HCl$. Den gasförmig entweichenden Chlorwasserstoff ließ man in der ersten Zeit nach der Einführung des Sodaprozesses als wertloses Nebenprodukt in die Luft gehen und erst, als auch die Anlage hoher Essen die Schädigung des Pflanzenwuchses durch die salzsauern Dämpfe in der Fabrikumgebung nicht aufhob, schritt man (in England 1863 durch die Alkaliakte gezwungen) zur Kondensation der Salzsäure. Je nachdem eine Salzsäure mit möglichst hohem *HCl*gehalt für den Verkauf oder eine solche von nicht so hoher Konzentration für die weitere Verarbeitung in derselben Fabrik erzeugt werden soll, sind verschiedene Kondensationsvorrichtungen in Gebrauch. Durchgehends ist heute in großen Betrieben die früher nur bei den Flammöfen angewendete getrennte Kondensation der Pfannen- und der Calcinierofensäure auch bei den Muffelöfen eingeführt, da die Pfannengase stets eine konzentriertere Säure liefern. Die Kondensation erfolgt in der Art, daß die aus dem Ofen tretenden Gase mit Wasser in Berührung gebracht werden, das schon fast gesättigt ist, während das an *HCl* ärmste Gas mit frischem Wasser zusammentrifft. Die Absorption findet entweder in tönernen Woulffschen Flaschen (bombonnes) oder in Trögen aus Sandstein oder in Koks- oder Plattentürmen statt; meistens wird hinter den Flaschen bezw. Trögen ein kleinerer Koksturm eingeschaltet, und auch die Kokstürme werden kaum allein, sondern fast immer in Verbindung mit einigen Flaschen oder Trögen benutzt. Die Gase werden aus den Flamm- und Muffelöfen durch gußeiserne Röhren, welche, solange die Gase heiß genug sind, nicht angegriffen werden, oder durch gemauerte Kanäle aus feuerfestem Material oder Sandsteinplatten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weggeführt. Nachdem ſie auf etwa 120° abgekühlt ſind, werden ſie, wie es mit den nicht ſo heißen Pfannengaſen direkt vom Ofen aus geſchieht, durch Röhren aus Ton oder Steinzeug weitergeleitet. Man verwendet beſſer unglaſierte und in Teer gekochte Tonröhren als die weniger widerſtandsfähigen glaſierten. Fig. 1 zeigt einen der zweckmäßigſten Kondenſationstöpfe. Die im oberen Teil des Topfes befindliche Scheidewand zwingt die Gaſe, dicht über die Waſſerfläche hinzuſtreichen; die konzentriertere Löſung ſinkt zu Boden und fließt durch das von dort ausgehende Rohr in die folgende Flaſche. Um hinreichenden Abfluß der Säure herzuſtellen, ſteht jede Flaſche 2 cm tiefer als die vorhergehende. Die Kokstürme werden aus Steinplatten, aus Mauerwerk oder aus Ton, die Plattentürme aus Ton hergeſtellt. Die Wirkung

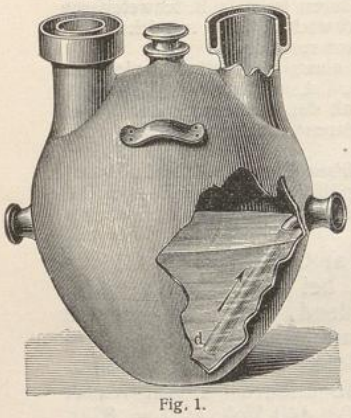


Fig. 1.

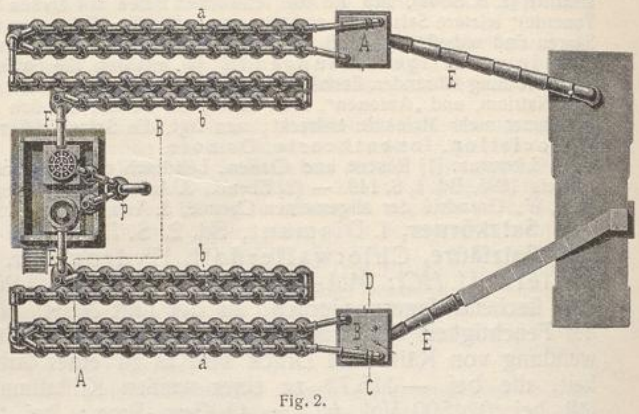


Fig. 2.

des heute mehr und mehr abkommenden Waſchturms, welcher hinter dem Koksturm noch eine Säure von ganz ſchwachem *HC* gehalt liefert, ſucht man durch Vergrößerung des Koksturms zu erreichen. Als Beiſpiel eines mittelgroßen Betriebes geben die Fig. 2 und 3 (nach [1], S 322) die Einrichtung der Kondenſation nach Schaffner in Auſſig wieder, wo der aus Muffelöfen gewonnene Chlorwaſſerſtoff in zwei Syſtemen für Pfannen- und Muffelgaſe getrennt aufgefangen wird. Die Pfannengaſe gehen durch die Tonröhrenleitung in das Vortürmchen *A*, während die heißeren Muffelgaſe durch den aus geteerten Steinen hergeſtellten Kanal in das Vortürmchen *B* gehen. In dieſen beiden Vortürmchen ſtehen auf einem Steinroſt Tonſchalen übereinander, die viermal des Tages durch eine beſondere Vorrichtung mit Waſſer beſprengt werden, um die mitgeriſſene Schwefelſäure an das Waſſer abzugeben, da die Verwandtſchaft der Schwefelſäure zum Waſſer größer iſt als die des Chlorwaſſerſtoffs zum Waſſer. Die in den Türmchen entſtehende ſtark ſchwefelſäurehaltige Salzſäure wird zeitweiſe durch einen Tonhahn abgezogen. Die gleichzeitig durch das Paſſieren der Vortürmchen etwas abgekühlten Gaſe gehen dann durch je zwei Syſteme von 53 Tonflaſchen hindurch, deren erſte Doppelreihen *a* die längeren Anſatzröhren *r r* zum Zwecke der Kühlung beſitzen. Von den Flaſchen aus gelangen die Gaſe unter die in den beiden Tontürmen befindlichen Roſte, auf dieſen ſtehen bis zu zwei Dritteln der Turmhöhe Tonſchalen, während das obere Drittel mit Koks gefüllt iſt. Aus den oben in den Türmen befindlichen Waſſerbehältern (in Fig. 3 durch Fachwerk verdeckt) fließt Waſſer, durch je ein Segnerſches Waſſerrädchen verteilt, auf den Koks. Die durch die Türme geſtrichenen und noch nicht kondenſierten Gaſe gehen durch je ein abwärtsgehendes Rohr in die große Flaſche *p*, wo ſich die beiden Syſteme vereinigen und von welcher aus die Gaſe ſchließlich durch einen Kanal zur Eſſe geführt werden. Um die aus dem Turm tretenden Gaſe ſtets beobachten zu können, befindet ſich vor der Flaſche *p* eine ſogenannte Laterne mit Glasſcheiben, auch ſind an verſchiedenen Stellen zwiſchen den Tonflaſchen Glaszylinder angebracht, durch welche die Säure hindurchfließt, um daſelbſt mittels Aräometers kontrolliert zu werden. Zum Heben der Säure benutzt man Druckgefäße aus Ton oder Membranpumpen oder Pulſometer. Die Säure kommt mit ungefähr 8° Bé = 1,0597 ſpez. Gew = 12% *HCl* aus dem Turm, geht durch die 53 Tonflaſchen hindurch und hat dann in der erſten Tonflaſche 22° Bé = 1,1782 ſpez. Gew. = ungefähr 35% *HCl* erreicht.



Fig. 3.

Behufs Reinigung der rohen, oft durch Eiſen gelbgefärbten Salzſäure deſtilliert man die nicht zu konzentrierte Säure. Ein von Anwendung arſenhaltiger Schwefelſäure herrührender Arſengehalt wird durch Schwefelwaſſerſtoff oder Schwefelbaryum oder Zinnchlorür oder Vanadiumchlorür oder durch Deſtillation mit Eiſenchlorür entfernt, wobei das zuerſt übergehende Deſtillat alles Arſen als Arſenchlorür enthalten ſoll. Die Schwefelſäure wird durch Zuſatz von Baryumchlorid beſeitigt.

In den Handel gelangt die Salzfäure meiftens in einer Stärke von 20—22° Bé, was einem Gehalt von 32—35% *HCl* entfpricht. Zum Transport dienen Glasballons und große Tongefäße, die feft auf Eifenbahnwagen verankert find. Verwendung findet die Salzfäure zur Darftellung des Chlors und Chlorkalks und andrer Chlorverbindungen. Reine Salzfäure vom fpez. Gew. 1,124 (25% *HCl*) ift offizinell. Ueber Kondenfation u. f. w. der Salzfäure f. [1]—[3].

Literatur: [1] Lunge, Handbuch der Sodainduftrie, Braunfchweig 1894, 2. Aufl., Bd. 2, S. 243 ff. — [2] Mufpratts Chemie, 4. Aufl., Braunfchweig 1896, Bd. 6, S. 890 ff. — [3] Oft, Chemifche Technologie, 6. Aufl., Hannover 1907, S. 85 ff. *(Rathgen) Moye.*

Salzfole, f. Salz und Sinkwerksbau.

Salzton, mit viel Steinfalz vermengter, meift auch gipshaltiger oder dolomitifcher Ton im fogenannten Hafelgebirg der Steinfalzlager der Alpen.

Samarium, *Sa*, ein im Orthit und Monazit fich findendes, zu den Edelerden gehörendes chemifches Element. *Bujard.*

Samenreinigungsmafchine, f. Getreidereinigungs- und -fortiermafchine, Kleereinigungs-, Reinigungsmafchinen.

Sammelkanal, -ftube, f. Wafferfaffung.

Sammelkörper, f. Maffentransport.

Sammelteiche (Sammelweiher, Staufeen), durch Stauanlagen (Talfperren) künftlich hergeftellte Behälter für Anfammlungen fließender Gewäffer bezw. diefe Anfammlungen felbft.

Sie vermitteln die Ausgleichung zwifchen Zufluß und Abfluß als Mühlweiher (f. d.) und Kompenfationsrefervoire (f. d.) für Speifung von Wafferverforgungen und Schiffahrtskanälen, zur Lieferung des Bewäfferungswaffers für landwirtfchaftliche Betriebe u. f. w., als Schwellteiche für das Flößen (f. Flößereianlagen) und Triften (f. d.) von Holz u. f. w. Die Sammelteiche werden aber auch zu Klärzwecken (f. Klärung der Wafchwaffer) und zur Abwehr von Ueberfchwemmungsgefahren errichtet; manchmal dienen fie zur Verfchönerung von Gärten, zur Speifung von intermittierenden Springbrunnen, Waffer fällen u. f. w. fowie zur Fifchzucht. Je nach dem Zwecke ift die Größe des Waffer inhaltes der Teiche zu bemeffen. Je größer der Inhalt und die Waffertiefe, um fo ficherer ift die Abklärung und hygienifche Verbefferung des in den Teichen gefammelten Waffers, deffen Befchaffenheit im übrigen ganz wefentlich von der über dem Einzugsgebiet der Zuflüffe ftehenden Kultur abhängt. Reine Waldgebiete und der Düngung entzogene Wiefenflächen liefern für Wafferverforgungszwecke das befte Waffer, und dies um fo mehr, je mehr Quellen in denfelben entfpringen; ftark befiedelte Einzugsgebiete mit viel Schmutzwaffer kommen für diefe Zwecke weniger in Betracht, find dagegen dann, wenn die Teiche Bewäfferungszwecken dienen, fogar vorzuziehen. Für gewerbliche Zwecke fpielt die Qualität der Zuflüffe keine große Rolle, wohl aber ein möglichft großer Inhalt der Teiche, um Ueberläufe derfelben auf ein Minimum befchränken, alfo möglichft alles zugefloffene Waffer den Betriebszwecken dienftbar machen zu können. — Bei Berechnung der Wafferwirtfchaft an Sammelteichen find im wefentlichen zu unterfcheiden:

1. Füllung bezw. Entleerung des Teiches ohne Hochwafferüberfall, alfo vollftändige Ausgleichung zwifchen Zufluß und Abfluß und Bewerkftelligung des letzteren unter der tiefften Spiegellage. Berechnung des Minimalinhaltes für diefen Fall f. Bd. 5, S. 79.

2. Füllung bezw. Entleerung eines Teiches mit zum vornherein bekanntem Faffungsvermögen, an welchem zur Begrenzung der größten Spiegelhöhe ein Hochwafferüberfall befteht; Berechnung diefer Wirtfchaft f. Stauanlagen.

3. Anordnung eines Teiches derart, daß das Waffer nur mit Ueberfall oder durch ein offenes Gerinne abfließt, ähnlich wie bei den natürlichen Seen; über die hier eintretenden Spiegelfchwankungen f. Retentionsvermögen der natürlichen Seen.

Mit Vorteil können Sammelteiche nur über wenig durchläffigem Boden angelegt werden; künftlich abgedichteter, in weiter Ausdehnung fonft durchläffiger Untergrund ift nicht empfehlenswert; geologifche Vorbedingungen befpricht [1]. Liegen hinfichtlich der Untergrundbefchaffenheit die Verhältniffe günftig, fo werden bei der Wahl der Bauftellen und Konftruktion für das Abfchlußwerk die Baukoften entfcheidend, fofern im übrigen Waffermenge (Größe des Einzugsgebietes, Regenhöhe u. f. w.), Waffer qualität und Größe des Stauraumes den Erforderniffen des fpeziellen Falles entfprechen. Die geringften Baukoften entftehen bei gleicher Untergrundbefchaffenheit dort, wo hinter einer Talverengung weitausgedehnte Flächen mit geringer Steigung vorhanden find, die mit einem kurzen Staudamm von relativ kleiner Höhe eine mächtige Waffer anfammlung ermöglichen. Die Sicherheit des Beftandes der Staudämme erfordert im übrigen die größte Sorgfalt beim Bau; hinter Abfchlußdämmen aus Erde follte die Waffer höhe 15 m, hinter Staumauern 50 m nicht wefentlich überfchreiten. Vgl. a. Stauanlagen und [2].

Literatur: [1] Leppla, A., Geologifche Vorbedingungen der Staubecken, Berlin 1908. — [2] Ziegler, P., Der Talfperrenbau, Berlin 1900; Lueger, O., Die Wafferverforgung der Städte, S. 316 (Wafferanfammlungen mittels Talfperren), Darmftadt 1895. In den unter [2] genannten Werken finden fich reichlich weitere Literaturangaben. *Lueger.*

Sammler, elektrifche, f. Akkumulatoren für Elektrizität.

Samt (Sammet), f. Weberei und Wirkerei.

Samtbraun, fehr feurige, zarte und feine, braune Farbe, durch forgfältiges Schlämmen und Mahlen aus manganhaltigen Erden oder aus Mulm (Verwitterungsprodukt manganhaltiger Eifenerze) gewonnen; dient als Oel- und Waffer farbe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sanatorium (Heilſtätte), ein Sonderkrankenhaus zur Bekämpfung verbreiteter Krankheiten und Seuchen, vor allem der Lungenſchwindſucht, Drüſenkrankheiten und Nervenſchwäche.

Ebenſo wie die Geneſungsheime (ſ. Krankenhaus, Bd. 5, S. 678) entſtanden ſind aus der Notwendigkeit, die allgemeinen Krankenhäuſer zu entlaſten und die anſteckenden Krankheiten in beſonderer Behandlung intenſiver zu bekämpfen [1]—[3], haben ſich die Sanatorien, ſowohl die von berühmten Aerzten gegründeten Heilſtätten, wie Görbersdorf, Falkenſtein, Davos u. ſ. w., als auch die öffentlichen, vom Staat [10] (Fig. 1 und 2) oder von Städten [4], [7]—[9] errichteten Anſtalten für weite Volkskreiſe als eine Quelle heilſamſter Wirkung erwieſen. Ebenſo ſind die Landesverſicherungsanſtalten zu erwähnen, die mit den ihnen zufließenden großen Geldmitteln zur Förderung der Geſundung der Arbeiterbevölkerung eintreten [11]. Außer den bei den Krankenhäuſern (ſ. d.) entwickelten Geſichtspunkten in techniſcher Hinſicht ſind bei Errichtung dieſer Heilſtätten, beſonders bei ſolchen für Lungenkranke [1], folgende Bedingungen einzuhalten:

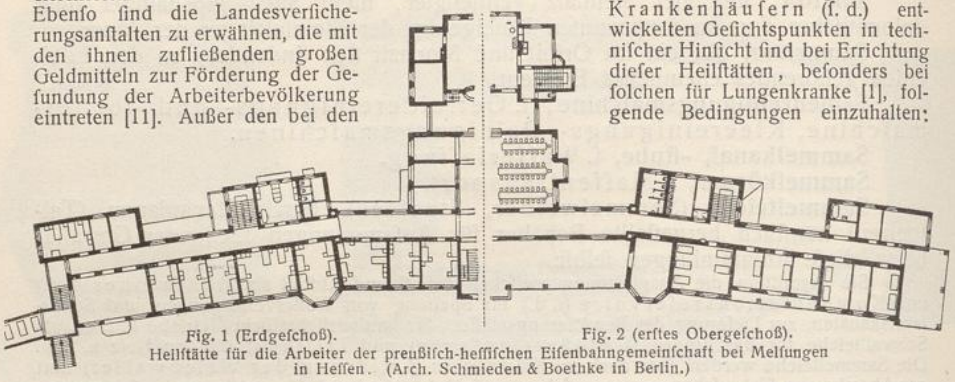


Fig. 1 (Erdgeſchoß). Fig. 2 (erſtes Obergeſchoß).

Heilſtätte für die Arbeiter der preußiſch-heſſiſchen Eiſenbahngemeinſchaft bei Melſungen in Heſſen. (Arch. Schmieden & Boethke in Berlin.)

1. Günſtige klimatiſche Lage auf dem Lande, wenn tunlich in waldiger, ſtaubfreier, hochgelegener Gegend.

2. Schutz gegen ungünſtige, beſonders gegen rauhe Nord-, Nordoſt- oder Nordweſtwinde; dagegen frei nach Süden gelegen für viel Sonnenlicht.

3. Aufenthalt der Kranken im Freien den ganzen Tag über, und ſelbſt in der Nacht, durch Anlage großer Liegehallen gegen Süden.

4. Nähe des Waldes, am beſten eines Fichtenwaldes mit ſeinem Harzdufte und möglichſt ebenen Spazierwegen.

5. Hohe, luftige Räume und Vermeiden von Anhäufung vieler Kranken im Raum.

6. Schlafzimmer daher nur mit 3—4 Betten, höchſtens 6; am beſten Einzelräume, beſonders für Schwerkranke.

7. In Verbindung damit Balkone, Veranden u. ſ. w., geeignet zur Aufſtellung von Betten, um die Kranken in freie Luft zu bringen.

8. Speiſe- und Wohnzimmer als eigne große Räume.

9 Wandelbahn und Tageräume für Aufenthalt bei ſchlechtem Wetter.

10. Strenge Sauberkeit im Hauſe durch zentrale Heizung, Waſſerleitung in allen Räumen und elektriſche Beleuchtung

11 Bade- und Brauſeeinrichtungen zur Abhärtung der Kranken.

12. In allen Krankenräumen ſind die Wände mit abwaſchbarem Anſtrich, die Böden fugenlos und alle Ecken und Winkel abgerundet zu erſtellen, um das Anſetzen von Staub und Keimpilzen zu verhüten; Teppiche und Vorhänge ſind zu vermeiden.

Literatur: [1] Moritz, Sanatorien für Lungenkranke, Deutſche Vierteljahrsſchrift für öffentliche Geſundheitspflege 1892, S. 25 ff. — [2] Finkelnburg, Ueber Errichtung von Volksſanatorien für Lungenſchwindſüchtige, Zentralblatt für Geſundheitspflege, Bonn 1890, S. 1, 12. — [3] Boischevalier, Sanatorium de Honnef (Bonn), Le Génie Civil, Paris, Bd. 24, S 369. — [4] Goecke, Th., Heilſtätten und Heilanſtalten, Deutſche Bauztg. 1901, S. 509 ff. — [5] König, Sanatorium Oeynhauſen, ebend. 1893, S. 308. — [6] Wetzel, C., Die deutſche Heilſtätte in Davos, ebend. 1901, S. 334. — [7] Keltenborn, Die Baſeler Heilſtätten in Davos, Schweiz. Bauztg. 1897, Bd. 29, S. 30. — [8] Peters, Magdeburgiſche Lungenheilſtätte Vogelſang bei Gommern, Deutſche Bauztg. 1904, S. 293. — [9] Hoffmann, L., Städtiſche Heilſtätte für Lungenkranke in Buch (Berlin), ebend. 1905, S. 493 ff. — [10] Schmieden und Boethke, Die Heilſtätten für die Arbeiter der preußiſch-heſſiſchen Eiſenbahngemeinſchaft bei Melſungen (Heſſen) und bei Schreiberhau (Schleſien), Zentralbl. der Bauverwaltung 1904, S. 565, 573. — [11] Dieſ., Arbeiterheilſtätten der Landesverſicherungsanſtalt Berlin bei Beelitz, Deutſche Bauztg. 1904, S. 61 ff. — [12] v. Weltzien, Die Ernſt-Ludwig-Heilſtätte in Sandbach im Odenwald, ebend. 1903, S. 169.

Weinbrenner.

Sand, lockere Anhäufung von kleinen, höchſtens erbſengroßen Körnern harter Minerale, vornehmlich von Quarz (Quarzſand), ſeltener von Feldſpat und noch ſeltener von Kalkſtein und andern Mineralen (Magneteiſen, Augit, Turmalin, Zirkon, Rutil, Granat, Glimmer u. ſ. w.).

Die Körner ſind entweder abgerundet oder eckig. An fremden Beimengungen enthält der Sand meiſt noch etwas Ton, fein verteiltes Brauneiſenerz (gelbe, braune, rote Sande ſeltener). Am reinſten iſt Quell-, Meer- und Flußſand, weil ſeine leichteren, ſtaubartigen Beimengungen durch das Waſſer alle weggeführt wurden. Staub- und Flugſand, durch Wind aufgenommen

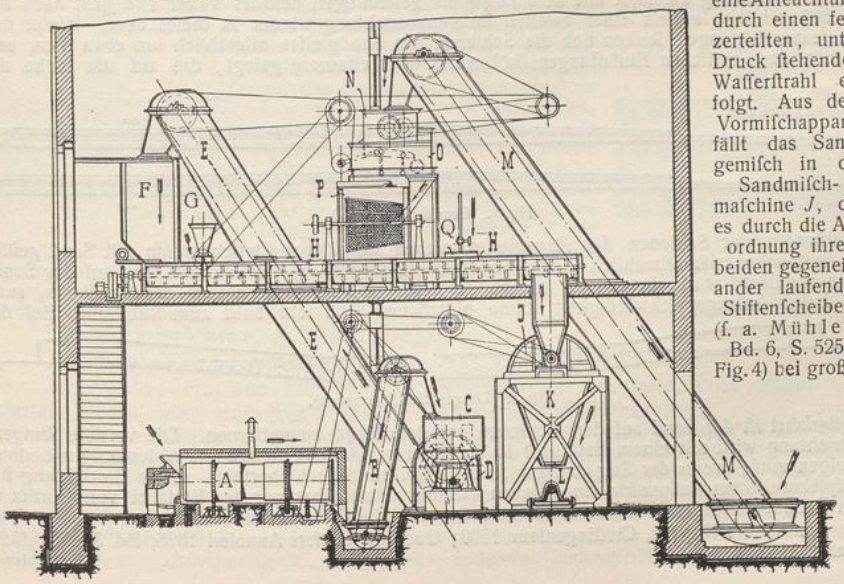
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und weitergeführt, beſteht meiſt aus feinen, nicht ſcharfkantigen, ſondern abgerundeten Körnern. Nach der Korngröße wird nach Orth unterſchieden: feiner Sand von 0,05—0,25 mm Korngröße; mittlerer von 0,25—0,5 mm, grober von 0,5—1 mm, ſehr grober von 1—3 mm Korngröße; darüber heißt der Sand Kies oder Grand. Sandartig zerfallene Maſſengeſteine (Granite, Pechſteine, Porphyrite u. ſ. w.) werden als Grus bezeichnet. Sand rührt aus der Zertrümmerung und dem Zerfall andrer Quarz führender Geſteine her, indem der Quarz als das härteſte und ſchwerflösliche Mineral der Vernichtung am meiſten widerſteht, z. B. von Graniten, Quarzporphyren, Sandſteinen, Quarziten durch Abſchwemmung, Wegführung und Wiederablagerung in Flußbetten, an Meeresküſten oder durch Aufnahme und Weitertransport deren Verwitterungsmaterial durch Wind. Sandablagerungen treten in der Kreide- und Tertiärformation und im Diluvium ſehr reichlich auf, teils als marine, teils als Süßwaſſerablagerung. In den älteren Formationen iſt Sand ebenſo häufig zur Ablagerung gelangt, aber ſpäter durch eingeführtes Bindemittel (Eiſenerz, Kieſelſäure, kohlenſauern Kalk, Ton u. ſ. w.) zu Sandſtein verkittet worden. Die Verwendung des Sandes iſt ungemein vielgeſtaltig. Reiner, eiſenfreier, eckig-kantiger Sand, beſonders Flußſand, wird zur Mörtelbereitung benutzt, weiße, eiſenfreie, reine Quarzſande zur Glas-, Porzellan- und Steingutfabrikation, zu feuerfeſten Waren; eckig-kantige, mittel- bis feinkörnige, kalkfreie, etwas tonige, aber feldſpatfreie Sande, die, mit Waſſer angerührt, ſtehen, dienen als Formſand in der Gießerei, mit gelöſchtem Kalk oder Zement vermiſcht zum Verputz von Bauten und zur Herſtellung von plaſtiſchen Arbeiten, zur Herſtellung von künſtlichen Sandſteinen, zum Ausfüllen der Zwiſchenböden, zum Einebnen von Wegen und Straßen, zum Reinigen und Polieren von Metallen, zum Gravieren in Glas, zum Schleifen von Glas u. ſ. w., zur Herſtellung von Schleifpapier, als ſchlechter Wärmeleiter im Laboratorium zum Eintrocknen (Trockenſand) u. ſ. w. *Leppla.*

Sandarak, ſ. Harze.

Sandaufbereitung, Herſtellung brauchbarer Formſande für Gießereien aus den in der Natur vorkommenden Sanden oder geeigneten Steinen, dem ſchon gebrauchten Sand und etwaigen Zuſätzen, wie Steinkohle u. ſ. w.

Die Figur zeigt eine Sandaufbereitungsanlage der Badiſchen Maſchinenfabrik Durlach. Der neue, friſche Sand wird in den rotierenden Sandtrockenapparat *A* von Hand aufgegeben und fällt getrocknet in den Elevator *B*, der ihn nach dem Kollergang *C* befördert, in dem er vermahlen und mittels des Polygonſiebs *D* auf die gewünſchte Feinheit abgeſiebt wird. Der abgeſiebte Sand wird vom Elevator *E* nach dem Sandbehälter *F* gebracht, aus dem er in den Vormiſchapparat *H* fällt. Der alte, gebrauchte Sand kommt von der Gießhalle aus in den Elevator *M*, gelangt ſodann nach dem Sandwalzwerk *N*, das die im alten Sand enthaltenen Sandknollen und -brocken zerkleinert und auch den enthaltenen Eiſenteilen und ſonſtigen Fremdkörpern infolge leichter Verſtellbarkeit der einen Walze freien Durchgang läßt. Der zerriebene Sand fällt nunmehr mittels eines Schüttelbodens auf den elektromagnetiſchen Scheider *O*, der die ſämtlichen Eiſenteile aus dem alten Sand entfernt, worauf er in das Polygonſieb *P* gelangt. Hier werden die ſonſtigen noch im alten Sand enthaltenen Fremdkörper beſeitigt; der Sand wird gleichzeitig durch die entſprechende Siebweite auf eine beſtimmte Korngröße ſepariert und fällt ſodann in den Vormiſchapparat *H*. Dieſer bezweckt vor allem die innige Vereinigung der beiden Sandſorten und etwaiger Zuſätze, wie Kohlenſtaub, der durch den Verteiler *G* (mit Verteilungswalze und Regulierſchieber) zugeführt wird. Das Gemenge wird durch die Miſchflügel des Vormiſchapparats gemiſcht und weiterbefördert, wobei durch Brauſe *Q* eine Anfeuchtung durch einen fein zerteilten, unter Druck ſtehenden Waſſerſtrahl erfolgt. Aus dem Vormiſchapparat fällt das Sandgemiſch in die Sandmiſchmaſchine *J*, die es durch die Anordnung ihrer beiden gegeneinander laufenden Stiftenſcheiben (ſ. a. Mühlen, Bd. 6, S. 525, Fig. 4) bei großer



Umdrehgeſchwindigkeit gleichmäßig vermiſcht und durchlüftet. Von hier aus fällt der fertig aufbereitete Sand in den Behälter *K*, aus dem er durch Schieber in den Wagen *L* abgezogen wird. Ueber andre Sandaufbereitungsanlagen und -maſchinen vgl. [1].

Literatur: [1] „Stahl und Eiſen" 1908, Nr. 32 und 33. *A. Widmaier.*

Sandbettungen, ſ. Sandſchüttungen.

Sandblasverfahren, von J. Bartos in Wittingau (Böhmen) erfundene Methode zur Erzeugung von typographiſchen und lithographiſchen Bilderdruckformen.

Nach dem Halbtonoriginale (vgl. Klifchee und Preffendruckverfahren, photographiſche) wird zunächſt ein Negativ und mittels dieſem durch Pigmentdruck (ſ. d.) ein Gelatinerelief hergeſtellt. Das Pigmentbild quetſcht man ſodann auf einen mit Aetzgrund (Chloroform 300 g, Benzin 300 g, Leinöl 2 g, Aſphalt 100 g, Maſtix 5 g) verſehenen, glattgeſchliffenen Lithographieſtein oder auf eine ſo vorgerichtete Metallplatte (für Hochätzung). Nachdem das aufgequetſchte Pigmenthäutchen einige Minuten der Einwirkung einer Feuchtflüſſigkeit (Waſſer 20, Glyzerin 35, Alaun 2) unterworfen gelaſſen wurde, läßt man einen Sandſtrahl ſo lange aufprallen, bis auch endlich die dickſten Reliefſtellen durchſchlagen ſind. Naturgemäß durchſchlägt der Sand die Leimſchichte um ſo raſcher, je dünner ſie iſt und wird daher in einer beſtimmten Zeitſpanne die Stein- oder Metallplatte an den wenig geſchützten Stellen der hellen Bildpartien weit mehr vom Aetzgrund entblößen als an den durch dickere Leimſchichten geſchützten Stellen der Mitteltöne oder gar der Schattenpartien. Hierauf wird das Pigmenthäutchen entfernt und geätzt; ſ. Lithographie und Phototypie. *A. W. Unger.*

Sanddeich, vgl. Flußdeiche.

Sandelholz, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636, Nutzhölzer, Bd. 6, S. 697.

Sandfang, ſ. Kanaliſation, Bd. 5, S. 332, Kiesfang, Papierfabrikation und Waſſerfaſſung.

Sandgitter, im Waſſerbau, ſ. Triften; Sandgitter (Wurfgitter), ein ſchräg aufgeſtelltes Drahtnetz zum Sieben des Mauerſandes, um gröbere Teile abzuſondern.

Sandgleiſe (Sandweichen), Gleisſtrecken, deren Schienen etwa 5 cm hoch mit Sand bedeckt ſind, um durchgegangene Eiſenbahnfahrzeuge oder ganze Züge, deren Bremſen verſagen, ſicher und ohne daß ſie Schaden nehmen, alſo unter ſtetiger Verminderung ihrer Fahrgeſchwindigkeit, aufzufangen.

Eine Ueberſchüttung mit Sand kann in ſolchen Gleiſen angebracht werden, die ausſchließlich zum Auffangen von Fahrzeugen angelegt ſind und nicht dem gewöhnlichen Verkehr dienen, alſo in Rettungsgleiſen (ſ. d.). Dieſe können bei Ueberſchüttung mit Sand viel kürzer und doch gleich wirkſam wie ohne ſolche angelegt werden. Köpcke (Dresden) hat eine Anordnung des Sandgleiſes erfunden (D.R.P. Nr. 65623), welche deſſen Anwendung auch in Zugsgleiſen geſtattet. Das Köpckeſche Sandgleis zweigt von dem Zugsgleis mit einer gewöhnlichen Weichenzungenvorrichtung ab, läuft mit dem Zugsgleis geſchlungen parallel weiter und geht nach 200 bis 300 m Länge mittels einer zweiten Zungenvorrichtung wieder in dieſes über. Hinter den Zungenvorrichtungen ſenken ſich die Schienen des Sandgleiſes allmählich um etwa 5 cm und werden dann zwiſchen Einfaſſungen (hölzernen oder eiſernen) gelegt, die auf die Höhe der



Fig. 1. Querſchnitt nach *A B* (Fig. 2).



Fig. 2. Grundriß zu Fig 1.

Oberkanten der Schienen des Zugsgleiſes reichen und deren Zwiſchenraum mit Sand gefüllt iſt; ſie tauchen alſo allmählich in das Sandbett ein (Fig 1—3). Sobald ein Zug auf das Sandgleis abgelenkt wird, kommt er infolge der ſehr großen Bremswirkung des Sandbetts, auch bei hoher Anfangsgeſchwindigkeit, ohne plötzlichen Stoß ſehr bald zum Stillſtand. Bei der

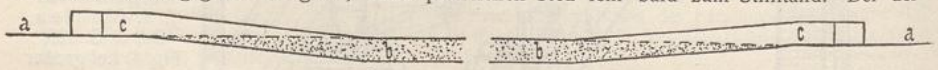


Fig. 3. Längenſchnitt (verzerrt).

Weiterfahrt iſt der Sand auf den Schienen vor dem Zuge zu entfernen. Die vordere Zungenvorrichtung wird mit einem Haltſignal in Verbindung gebracht, ſo daß die Ablenkung unbedingt erfolgen muß, wenn der Zug das auf „Halt" geſtellte Signal überfährt. Dieſe Einrichtung hat beiſpielsweiſe am Fußpunkte eines ſteilen Gefälles unmittelbar vor der Einfahrt von Görlitz in den Bahnhof Dresden-Neuſtadt wiederholt ſchwere Unglücksfälle verhütet.

Literatur: Köpcke, Civilingenieur 1893; Goering, Glaſers Annalen 1896, Bd. 38; Deutſche Bauztg. 1902, S. 10. *H. Kübler.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sandguß, -gießerei, ſ. v. w. Herſtellung von Gußſtücken, deren Form aus Sand gebildet iſt; ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 355.

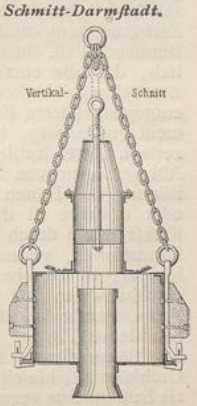
Sandkohle, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 289.

Sandpapier, -maſchinen, ſ. Schleifen.

Sandpfähle. Lockeren Baugrund kann man innerhalb gewiſſer Grenzen verbeſſern, d. h. weniger nachgiebig machen, wenn man Holzpfähle in ihn einrammt, dieſe wieder herauszieht und die zurückgebliebenen Hohlräume mit reinem Sand ausfüllt. So entſtehen Füll- oder Sandpfähle. Statt der hölzernen Pfähle hat man, wenn der Boden ſo locker iſt, daß beim Herausziehen des Holzpfahles das Loch ſich wieder ſchließt, auch eiſerne Röhrenpfähle verwendet, die unten mit einigen Schraubengängen verſehen ſind; mit Hilfe letzterer dreht man den Pfahl in den Boden ein und führt in ſeinen Hohlraum Waſſer ein, das durch eine unten angebrachte Klappe ausfließt; beim Zurückdrehen des Pfahls füllt das Waſſer das Loch aus und verhütet das Zurücktreten des Bodens, ſo daß das Einfüllen von Sand möglich iſt.

Schmitt-Darmſtadt.

Sandpumpen, Vorrichtungen, mittels deren man Sand, Schlamm, Kies und zerkleinerte Erdmaſſen in Begleitung von Waſſer über Tag fördern kann.



Die in der Figur dargeſtellte Sandpumpe [1] wird hauptſächlich zum Senken größerer Brunnen verwendet (ſ. Brunnengründung). Sie beſteht aus einem auf dem Deckel einer Trommel befeſtigten Zylinder, in welchem ein ſchwerer Kolben ſpielt. Der Trommeldeckel iſt mit Klappen verſehen, welche das Entweichen des Waſſers aus der Trommel geſtatten, ſeinen Zutritt aber verhindern. Der Boden der Trommel iſt ſo eingerichtet, daß die Trommel leicht davon abgehoben werden und wiederum mittels vier drehbarer Haken und Keile daran befeſtigt werden kann. In der Mitte des Trommelbodens iſt ein Rohr angebracht, durch welches die mit Waſſer vermengten Erdmaſſen in die Trommel gelangen. — Etwas abweichend hiervon iſt Reeves Sandpumpe [2] konſtruiert.

Literatur: [1] Deutſche Bauztg. 1871, S. 110. — [2] Engineer 1877, II, S. 99 und 312.

Schmitt-Darmſtadt.

Sandſchüttungen oder Sandbettungen werden als Fundamente von Bauwerken benutzt, wenn letztere auf weiche Bodenarten geſetzt werden ſollen, die eine energiſche und gleichmäßige Druckverteilung erfordern, insbeſondere auf Torf-, Moor- und naſſen Lehmboden, auch auf Mauerſchutt. Bei 1,5—2,0 m Mächtigkeit der Sandſchicht ſollte das darauf geſtellte Bauwerk keinen größeren Druck als 2—3 kg für 1 qcm ausüben.

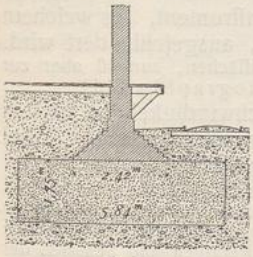


Fig. 1.

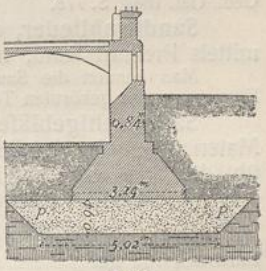


Fig. 2.

Die Mächtigkeit der Sandſchicht ſoll nicht weniger als 75 cm betragen; weiter als 3 m zu gehen iſt indes auch nicht notwendig. Mit Rückſicht auf die Druckverteilung ſoll die Baſis der Sandſchicht um ebenſoviel von den Begrenzungen des darauf zu ſetzenden Mauerkörpers vorſpringen, als ſie hoch iſt (Fig. 1 und 2). Als Material empfiehlt ſich für ſolche Fundamente ganz reiner, ſcharfer und grobkörniger Quarzſand, den man in Lagen von 15—25 cm Dicke einbringt; jede Lage wird mit Waſſer begoſſen und mittels Rammen, beſſer mittels Walzen, gedichtet. Uebergießen mit Kalkmilch iſt nicht zu empfehlen. Bei ſtarkem Wechſel des Grundwaſſers oder bei Gründungen im Waſſer umſchließe man die Sandbettung durch eine Spundwand.

Schmitt-Darmſtadt.

Sandſetzmaſchine, ſ. Setzarbeit.

Sandſperre, ſ. Waſſerfaſſung.

Sandſtein, ein aus kleinen, bis erbſengroßen, untereinander verkitteten Körnern eines oder mehrerer Minerale beſtehendes Schichtgeſtein.

Die Körner ſind zum größten Teil Quarz und ähnlich harte Minerale, ferner Feldſpat, Glaukonit, ſehr ſelten Kalkſtein, außerdem kleine abgerollte Bröckchen von Quarzit, Kieſelſchiefer, Phyllit, Tonſchiefer u. ſ. w. Weißer Glimmer iſt in Sandſteinen ſehr verbreitet, vornehmlich in ſolchen mit tonigem Bindemittel und in Feldſpatſandſteinen. Nach dem neben Quarz noch häufig vorhandenen Gemengteil werden die Sandſteine auch unterſchieden als Quarz-, Feldſpatſandſtein oder Arkoſe, Glimmerſandſtein, Glaukonit- oder Grünſandſtein u. ſ. w. Untergeordnete, aber ſelten fehlende Gemengteile ſind Zirkon, Titanit,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Turmalin u. ſ. w. Beimengungen von knollenförmigem Schwefelkies ſind in Sandſteinen des Rotliegenden und Karbon häufig und für die Verwendung ſehr hinderlich. Gehen die Körner über Erbſengröße hinaus, ſo entſtehen Konglomerate. Die durch Wind fortgetragenen Sandkörner ſind oft rund und abgeſchliffen, die im Waſſer beförderten um ſo eckiger, je kleiner ſie ſind. Das Bindemittel (Zement) der Sandſteine kann aus Ton, kohlenſauerm Kalk, Kieſelſäure, Eiſenoxyd, Eiſenoxydhydrat u. ſ. w. beſtehen. Meiſt gibt das Bindemittel auch die Farbe; rote, braune und gelbe Farben ſind auf eiſenſchüſſige Bindemittel zurückzuführen, grüne Farben auf beigemengten Glaukonit, graue auf feine Kohlenteilchen. Die Feſtigkeit wird zunächſt durch die Beſchaffenheit und die Menge des Bindemittels bedingt. Reichlicher und ſchichtenweiſe angeordneter Glimmer (nicht als Bindemittel, ſondern als Schüppchen oder Korn) fördert die Spaltbarkeit und Schiefrigkeit, mindert dagegen die Feſtigkeit. Ebenſo ſchädlich wirkt das Vorhandenſein von tonigem oder kaoliniſchem Bindemittel. Kalkiges Bindemittel (Kalkſandſtein) in reichlicher Menge fördert die Feſtigkeit, unterliegt aber dem löſenden Einfluß der Atmoſphärilien (Regen, Schnee, Kohlenſäure u. ſ. w.) und kann im Freien den Zerfall des Sandſteins zur Folge haben. Sehr eiſenreiche Sandſteine ſind feſt, aber ſelten. Iſt das einzelne Sandkorn nur von einem dünnen Häutchen von Rot- oder Brauneiſenerz umgeben, ohne daß vollſtändige Ausfüllung der Zwiſchenräume erfolgt iſt (der häufigſte Fall), ſo iſt die Feſtigkeit meiſt ſehr gering und der Sandſtein wie ſolche mit tonigem Bindemittel leicht zerreiblich. Sandſteine mit kieſeligem Bindemittel (teils Quarz, teils Calcedon, Hornſtein oder Opal) widerſtehen der Zertrümmerung und Verwitterung am meiſten und um ſo mehr, je reichlicher das kieſelige Bindemittel iſt. In den ſogenannten Glaswacken iſt das hornſteinartige Bindemittel ſo reichlich, daß die einzelnen Quarzkörner nicht mehr erkannt werden können. Hinſichtlich der Bearbeitungsfähigkeit ſtehen Ton- und Feldſpatſandſteine obenan und kieſelige Sandſteine am entgegengeſetzten Ende als ſehr ſchwer zu bearbeiten. Alle Sandſteine ſind geſchichtet und meiſt grobbankig, ferner durch quer auf die Schichtflächen gerichtete Klüfte in große Quader zerlegt. Ihrer Entſtehung nach kommen die gleichen Bedingungen in Betracht wie beim Sand: Ablagerungen von Sand durch Flüſſe, an der Meeresküſte oder in ſeichten Meeresbecken, Bildung von Dünen durch gewehten Sand. Die Zufuhr des Bindemittels iſt meiſt ſpäter erfolgt, oder dasſelbe iſt durch Umlagerung gewiſſer löslicher Beimengungen oder auch wie beim Kalkſandſtein durch Verdunſtung des kalkhaltigen Waſſers entſtanden. Vorkommen in faſt allen Formationen, vornehmlich aber in der Steinkohlenformation, im Rotliegenden, Buntſandſtein, Keuper, in der oberen Kreide, im Tertiär. Die Verwendung erſtreckt ſich namentlich auf das Hochbauweſen und die Plaſtik und richtet ſich nach Feſtigkeit, Widerſtand gegen Verwitterung, Farbe, Bearbeitungsfähigkeit u. ſ. w. Zum Straßenbau werden nur ſchwer bearbeitbare kieſelige Sandſteine (Pflaſter, Kleinſchlag, Stückung) benutzt. Eiſen- und kalkfreie Quarz- oder tonige Sandſteine dienen auch in der Fabrikation von Glas, Porzellan, Steingut, feuerfeſten Waren. Grobkörnige, kieſelige, ſehr harte Sandſteine werden zum Mahlen, feinkörnige, tonig-kieſelige als Schleifſteine verwendet. Die Feſtigkeit der Sandſteine reicht von 100 bis 3000 und 4000 kg/qcm je nach der Natur und der Menge des Bindemittels. — Alle Sandſteine, insbeſondere die kieſeligen, nehmen Waſſer teils infolge ihrer Poroſität, teils ihrer ſtarken Zerklüftung wegen auf (1—20 %) und ſind demnach nächſt Sand und Kies die reichſten unterirdiſchen Waſſerbehälter.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, Leipzig 1894, Bd. 3; Klemm, Zeitſchr. d. Geol. Geſ. 1882, S. 778. *Leppla.*

Sandſtrahlfeder, dem Luftpinſel (ſ. d.) ähnliches Inſtrument, aus welchem mittels Preßluft Sand, in einem Sprühkegel fein verteilt, ausgeſchleudert wird.

Man benutzt die Sandſtrahlfeder zum Mattieren von Metallflächen, zumeiſt aber zur Erzeugung von gekörnten Tonplatten (vgl. Tondruck) in der Lithographie (ſ. d.).

Sandſtrahlgebläſe dienen dazu, Sand mit großer Geſchwindigkeit auf härtere Materialien, wie Metalle, Glas, Geſteine, Holz u. ſ. w., aufzuſchleudern. Dabei übt der Sand eine abſchleifende Wirkung auf dieſe Gegenſtände aus.

Das Verfahren findet ſehr vielfach Anwendung, z. B. in Gießereien zum Putzen der Gußſtücke (Entfernung des anhaftenden Formmaterials), in Verzinkereien zum Dekapieren (Herſtellen einer metalliſch reinen Oberfläche) der zu verzinkenden Gegenſtände, in Werkzeugfabriken zum Entfernen von Rückſtänden aus Härtebädern, in Feilenfabriken zum Reinigen und Schärfen der Feilen (ſ. Feilenfabrikation), in der Glasinduſtrie zum Mattieren und Verzieren von Glas, ferner in der Schmuckwareninduſtrie, in Emaillierwerken, Porzellan-, Steingut- und Tonplattenfabriken, Knopffabriken, in der Möbelinduſtrie (ſ. Xylectipom), bei Gebäuden und Eiſenkonſtruktionen zum Reinigen, in Steinhauerwerkſtätten zur Herſtellung von Inſchriften und Verzierungen, beim Zinkdruck zum Körnen der Zinktafeln, in Materialprüfungsanſtalten zur Beſtimmung der Abnutzbarkeit von Geſteinen und andern Baumaterialien [1] u. ſ. w.

Sollen Verzierungen, Inſchriften u. ſ. w. auf Gegenſtänden angebracht werden, ſo müſſen Schablonen, die für Glas z. B. aus Papier beſtehen können, angewendet oder ſchützende Lack- oder Fettſchichten aufgetragen werden.

Um dem Sand die entſprechende Geſchwindigkeit zu verleihen, wird ein Luft- oder ein Dampfſtrom verwendet.

Bei der Verwendung eines Luftſtroms iſt ein Gebläſe notwendig. Der Sand kann hierbei entweder auf der Saugſeite (Vakuumgebläſe) oder auf der Druckſeite in den Luftſtrom eingeführt und zur Wirkung gebracht werden. — Die Vakuumgebläſe werden wenig angewendet, weil eine gute Reinigung des Luftſtroms von Sand und Staub (z. B. durch Hindurchſaugen durch Waſſer [2]) notwendig iſt, ehe er in den Ventilator oder das Kapſelgebläſe eintritt; für

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kleine Sandſtrahlgebläſe werden auch Balggebläſe angewendet. Der dem Sand auszuſetzende Gegenſtand wird entweder in das Innere eines luftdicht verſchließbaren Behälters gebracht oder er dient ſelbſt zum luftdichten Bedecken einer Oeffnung des Behälters [2]. — Bei den Sandſtrahlgebläſen, bei welchen der Sand auf der Druckſeite des Gebläſes in den Luftſtrom eintritt, kann deſſen Zuführung durch einen von der Druckluft erzeugten Saugluftſtrom geſchehen, der den Sand mitführt (Saugſandſtrahlgebläſe, Fig. 1); ſie beſitzen demgemäß eine beſondere Leitung *A* für die Zuführung des Sandes aus dem Sandbehälter *B*, der in einer Düſe in den vom Kompreſſor *C* gelieferten Luftſtrom, der zunächſt den Windkeſſel *D* paſſiert, eintritt. Bei den Druckſandſtrahlgebläſen befindet ſich der Sand in einem während des Betriebs geſchloſſenen Behälter *E* (Fig. 2, Anordnung von A. Gutmann in Ottenſen), in den ein Teil des vom Gebläſe erzeugten Luftſtroms eintritt, der den Sand durch eine mit der Hauptleitung *F* verbundene Leitung in die erſtere überführt; die Zwiſchenkammer *D*, die von *G* aus mit Sand gefüllt wird, dient als Vorratsbehälter für Sand, der nach Drehen des Hahns *H* in den Raum *E* hineingedrückt wird. Da der Sand innerhalb der Hauptleitung mit großer Geſchwindigkeit ſich bewegt, ſo findet eine raſche Abnutzung der Leitungen und Düſen ſtatt. Um dieſen Nachteil zu vermeiden, läßt die Badiſche Maſchinenfabrik in Durlach bei ihrem Schwerkraftſandſtrahlgebläſe den Sand erſt in der Düſe durch ſeine eigne Schwere in den Luftſtrom eintreten; der Sandbehälter muß alſo über der Düſe und außerdem bei kontinuierlichem Betrieb ein Elevator für den Sand angeordnet werden. — Bei Verwendung von Dampf kann der Sand oder auch Sandſchlamm (für feine Mattierungen) durch die Wirkung ſeiner eignen Schwere in die zur Düſe führende Leitung (Fig. 3 und 4) oder an der Mündung der Düſe in den Dampfſtrom eingeführt oder aber durch Anordnung einer Saugdüſe in der Dampfleitung ein Luftſtrom angeſaugt werden, der den Sand mitführt. Muß ein Feuchtwerden der mit dem Sandſtrahl zu behandelnden Gegenſtände bezw. Schablonen verhütet werden, ſo wird durch einen (von der Saugdüſe *D*, der vom Waſſerabſcheider *W* aus durch die Leitung *a* Dampf zugeführt wird [Fig. 3 und 4], erzeugten) Luftſtrom der Dampf nach dem Austritt aus der Miſchdüſe *M* nach rückwärts oder ſeitwärts abgeſaugt. — Der Sand wird auf die zu behandelnden Gegenſtände durch Düſen von kreisförmigem oder ſchmalem rechteckigem Querſchnitt aufgeblaſen. Die Gegenſtände werden je nach Form u. ſ. w. auf Drehtiſchen (Fig 5), fahrbaren Tiſchen (Fig. 6) oder endloſen Transportbändern, in Rollfäſſern (Fig. 7) (eventuell mit kontinuierlicher Ein- und Austragung [3]) an den Düſen vorbeibewegt. Für große ſperrige Arbeitsſtücke, ferner für Gebäude und Eiſenkonſtruktionen wird der Freiſtrahl (nach Art des Schlauchſpritzens), Fig 1, angewendet.

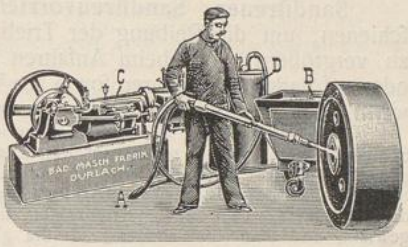


Fig. 1.

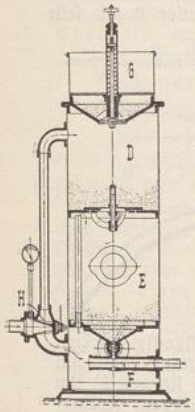


Fig. 2.

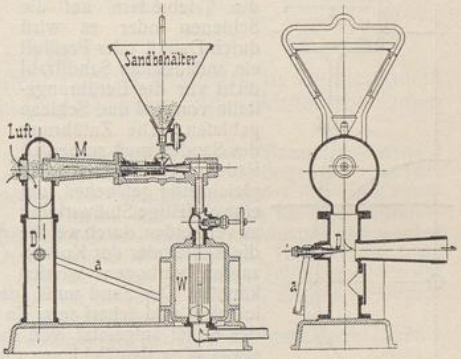


Fig 3 und 4.

Um die beim Freiſtrahl läſtige Staubentwicklung auf einen geſchloſſenen Raum zu beſchränken,

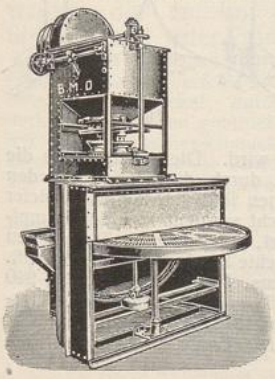


Fig. 5.

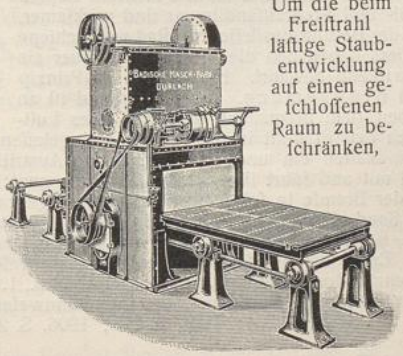


Fig. 6.

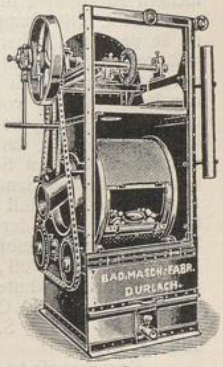


Fig. 7.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden z. B. in Gießereien Putz- oder Blashäuſer angewendet, innerhalb deren der Freiſtrahl zur Wirkung kommt. Für die Reinigung von Gebäuden, Brücken u. ſ. w. werden die Sandſtrahlgebläſe ſamt Antriebsmotor fahrbar angeordnet. — Ueber Einzelheiten vgl. [2].

Literatur: [1] Mitteilungen aus den Techniſchen Verſuchsanſtalten zu Berlin 1901, S. 211; 1904, S. 103; Baumaterialienkunde 1902, S. 24. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 676 und 711 (Die Sandſtrahlgebläſe). — [3] Werkſtattechnik 1907, S. 181. *A. Widmaier.*

Sandſtraken, die über den Pfahlroſt der Siebe geſtreckten und unmittelbar auf die Pfähle gezapften Längsſchwellen; vgl. Roſt, liegender.

Sandſtreuer, Sandſtreuvorrichtungen zum Beſtreuen der Eiſenbahnſchienen, um die Reibung der Triebräder der Lokomotiven auf den Schienen zu vergrößern, z. B. beim Anfahren ſchwerer Züge, bei ungünſtiger Witterung oder auf ſtarken Steigungen ſowie zur Vergrößerung der Bremswirkung, beſonders wenn raſch Gegendampf gegeben werden will.

Die Fortbewegung der Lokomotiven beruht auf der Reibung der Triebräder auf den Schienen. Genügt dieſe nicht, um den Zugswiderſtand zu überwinden, ſo drehen ſich bei genügend großem Dampfdruck in den Zylindern zwar die Triebräder, ſie gleiten aber auf den Schienen und der Zug bewegt ſich nicht, die Lokomotive „ſchleudert". Die Reibung iſt gleich dem Produkt aus dem auf den Triebachſen ruhenden Gewicht Q der Lokomotive, dem Reibungsgewicht, und dem Koeffizienten f für die gleitende Reibung zwiſchen Rad und Schiene, alſo $= Q f$. Dabei iſt Q unveränderlich; f hängt dagegen von der jeweiligen Oberflächenbeſchaffenheit von Schiene und Rad ab und ſchwankt meiſt zwiſchen einem Viertel und einem Zehntel; bei ganz trockenen und reinen Schienen kann es aber bis zu einem Drittel ſteigen und bei Nebel, Glatteis u. ſ. w. bis zu einem Fünfzehntel oder gar einem Zwanzigſtel ſinken, der Mittelwert iſt $f = 0{,}15$. Bei ungünſtiger Witterung werden, um f zu vergrößern, die Schienen mit Sand beſtreut. Das Beſtreuen kann von Hand geſchehen, meiſtens ſind aber an den Lokomotiven beſondere Sandſtreuvorrichtungen vorhanden. Bei dieſen fällt der Sand entweder durch ſein Gewicht unmittelbar vor den Triebrädern auf die Schienen oder es wird durch Dampf oder Preßluft ein andauernder Sandſtrahl dicht vor die Berührungsſtelle von Rad und Schiene geblaſen. Die Zuführung des Sandes muß zu beiden Rädern einer Triebachſe gleichzeitig geſchehen, um eine einſeitige Stoßwirkung zu vermeiden, durch welche die Achſe oder der Kurbelzapfen verbogen werden könnte. Der Sand muß, damit er ſich nicht feſtſetzt, vollſtändig trocken, lehmfrei und ſcharf ſein. In Deutſchland wird der Sandbehälter S meiſt auf den Keſſel aufgeſetzt, von ihm aus gehen nach beiden Seiten Röhren K, die etwas über den Schienen unmittelbar vor den Triebrädern endigen. In England werden Sandbehälter zu beiden Seiten der Lokomotive unter den Gehblechen angebracht. Fig. 1—3 zeigt einen Sandſtreuapparat, wie er bei Lokomotiven der preußiſchen Staatsbahnen angewendet wird. Der Sand fällt durch die Ventile V, die vom Führerſtand aus mittels der Welle W geöffnet werden können, durch die Röhren K auf die Schienen. Um den Sand, wenn er ſich feſtgeſetzt hat, lockern zu können, ſind am Ventilhebel ſeitlich mehrere Zapfen angebracht. Die Dampf- und Preßluftſandſtreuer ſind wirkſamer, da ſie den Sand näher der Berührungsſtelle von Rad und Schiene zuführen. Ganz beſonders haben ſich die Preßluftſandſtreuer als zuverläſſig und raſch wirkend bewährt. Fig. 4 zeigt im Prinzip den Preßluftſtreuer von Brüggemann. Am Führerſtand iſt an der Preßluftleitung neben dem Bremshahn der Griff eines Lufthahns angebracht, durch den Preßluft in die Röhren l eingelaſſen wird. Dieſe tritt durch die Oeffnung a in den Sandkaſten ein und reißt bei ihrem Austritt durch die Oeffnung b den dort befindlichen Sand mit und führt ihn durch die Röhren zwiſchen Rad und Schiene. Dieſer Sandſtreuer kann mit der Bremſe in ſelbſttätige Verbindung gebracht werden. Bei den Dampfſandſtreuern wird der Sand durch den Dampf etwas angefeuchtet, ſo daß er beſſer auf den Schienen liegen bleibt. Bei Froſt kommt es aber vor, daß der feuchte Sand das Rohr verſtopft.

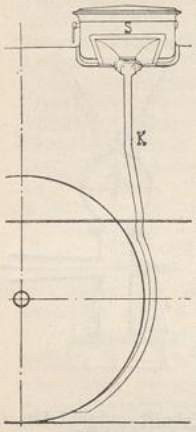


Fig. 3.

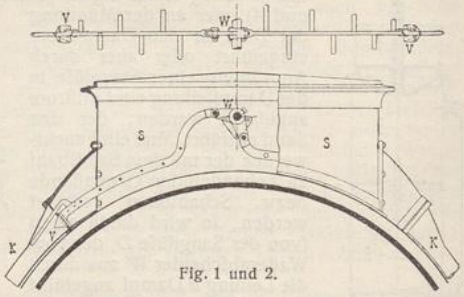


Fig. 1 und 2.

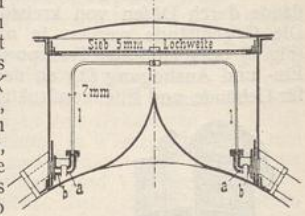


Fig. 4.

Literatur: Röll, Encyklopädie des geſamten Eiſenbahnweſens, Wien 1890, S. 471, 940 und 2853; Eiſenbahntechnik der Gegenwart, 2. Aufl., 1. Abſchn., 1. Teil, Die Lokomotiven, Wiesbaden 1903, S. 461; Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1875, S. 155; 1888, S. 250; 1893, S. 130; 1894, S. 21; 1895, S. 204; 1898, S. 215; 1906, S. 219; Ergänzungsbd. 6, S. 256, und 13, S. 187. *H. Kübler.*

Sandverſatz, ſ. Druckwaſſerförderer.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sandwäſchen, Einrichtungen, um Sand und Kies (aus Gruben, Filterwerken u. ſ. w.) von anhaftendem Schmutze zu reinigen.

Die Sandwäſche erfolgt entweder in Handbetrieb durch Rühren mit Krücken in gewöhnlich mit Holz ausgelegten Pfannen oder durch beſondere Rührwerke in beweglichen Trögen unter Zuſatz von reinem Waſſer (Abſpülung). Die Waſſerſtrahlſandwäſche der A.-G. Körting-Hannover benutzt zum Waſchen Strahlelevatoren, die im großen in Hamburg und Bremen Verwendung gefunden haben [1]. Außerdem ſind in großer Anzahl beſonders konſtruierte Sandwaſchmaſchinen, Waſchtrommeln u. ſ. w. im Gebrauch, die ſich in [2] zuſammengeſtellt finden. Die meiſten dieſer Anlagen erfordern viel Reinwaſſer. Neuerdings baut die Excelſior-Maſchinenbaugeſellſchaft m. b. H. in Stuttgart Waſch- und Sortiermaſchinen [3], bei welchen die Koſten der gewaſchenen Materialien einſchließlich Abſchreibung der Maſchine u. ſ. w. ſich nur auf 1,10 ℳ pro Kubikmeter ſtellen ſollen.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 834; Journal f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1903, S. 965. — [2] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, 2. Abt., Leipzig 1908, S. 499 ff. — [3] Bayer. Induſtrie- u. Gewerbeblatt 1897, Nr. 45, und die Kataloge der Excelſior-Maſchinenbaugeſellſchaft m. b. H. in Stuttgart. *Lueger.*

Sanidin, ſ. Feldſpat.

Santelholz (Sandelholz), ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636.

Santorinerde, ſ. Zement.

Saphir, -katzenauge, ſ. Korund.

Saphirſpat, ſ. v. w. Diſthen (ſ. d.).

Saponin, ſ. Glykoſide.

Saponit (Seifenſtein, Piotin), Mineral, waſſerhaltiges Magneſiaſilikat.

Weich, mild, fettig anzufühlen; weiß oder hellgrau. Spez. Gew. 2,266. Schmilzt vor dem Lötrohr. Von Schwefelſäure vollſtändig zerſetzbar. In England zur Porzellanfabrikation benutzt. Kerolith, ein tonerdehaltiger, etwas härterer und ſchwerer ſchmelzbarer Saponit. *Leppla.*

Sappanholz, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636.

Sappar, ſ. Diſthen.

Saprol, ſ. Desinfektion, Bd. 2, S. 714.

Sapropel oder Faulſchlamm entſteht nach H. Potonié in ſtagnierendem oder halbſtagnierendem Waſſer aus den in ihm lebenden echten Waſſerorganismen pflanzlicher und tieriſcher Natur.

Die ſchwimmend oder am Grund des Waſſers lebenden Tiere und Pflanzen ſinken nach dem Abſterben zu Boden und verweſen hier bei Mangel an Sauerſtoff im Gegenſatz zum Torf. Durch den Fettgehalt wird das Sapropel zur Bildung von Petrol geeignet, das ſich auch künſtlich aus ihm darſtellen läßt. Sapropele bilden ſich nicht oder faſt nicht im Meerwaſſer. — Sapropelite ſind Geſteine mit in ihnen entſtandenem (autochthonem) Faulſchlamm und werden dadurch gebildet, daß mineraliſche Schichtgeſteine (Sedimente), wie Sand, Ton, Kalk u. ſ. w., dem eben gebildeten Faulſchlamm zugeführt werden oder ihn an ſeinem Bildungsort alsbald überdecken. Sie unterſcheiden ſich von Humus und Torf beſonders dadurch, daß ſie im Gegenſatz zu dieſen nicht Teer, ſondern Oel bei trockener Deſtillation geben.

Literatur: Potonié, H., Klaſſifikation und Terminologie der rezenten brennbaren Biolithe und ihrer Lagerſtätten. Abhandl. Geol. Landesanſtalt, Berlin 1907, 49. Heft. *Leppla.*

Sarder, Sardonyx, ſ. Quarz, S. 314 und 315.

Sarkophag, ſ. v. w. Steinſarg (zu deutſch: Fleiſchfreſſer), urſprünglich ein in Kleinaſien brechender Kalkſtein, der die Eigenſchaft beſaß, die in Särge aus dieſem Stein gelegten Leichname in kurzer Zeit aufzuzehren. Mit ſolchen Steinen wurden die antiken Särge ausgelegt. Später wurde jeder Prunkſarg ſo genannt.



Sarkophag des L. Cornelius Scipio Barbatus (Rom, Vatikan).

Dieſer, anfangs in Form einer länglich viereckigen Kiſte von verſchiedener Größe mit giebelförmigem Steindeckel, wurde ſpäter mit gegliederten Seitenflächen gebildet (ſ. die Figur), zuletzt mit reichem Figurenſchmuck. Auf dem Deckel kam oft das liegende Bildnis des Verſtorbenen zur Darſtellung. Vgl. a. Friedhöfe, Bd. 4, S. 193.

Literatur: Robert, C., Antike Sarkophage, Berlin 1890. *Weinbrenner.*

Saſchen oder Saſchehn (Faden), ruſſiſches Längenmaß = 3 Arſchin oder 2,134 m. 1 Quadratſaſchen = 455 qm, 1 Kubikſaſchen = 9,71241 cbm.

Saſſafrasöl (Oleum ligni sassafras), ein friſch farbloſes, ſpäter gelblich bis rötlichgelb werdendes ätheriſches Oel aus dem Holze und der Rinde der Wurzel von Sassafras officinalis.

Es riecht angenehm, dem Fenchel ähnlich, ſchmeckt ſcharf, gewürzhaft; ſpez. Gew. 1,08 bis 1,09. Hauptbeſtandteil des Oels iſt Safrol ($C_{10}H_{10}O_2$), das bei ſtarker Abkühlung ſich

abſcheidet. Es ſchmilzt bei + 8° C. und bildet bei mittlerer Temperatur ein farbloſes, klares Oel von ſcharfem Geſchmack und charakteriſtiſchem Geruch; ſpez. Gew. 1,04. Das Saffafrasöl findet Verwendung in der Medizin und in der Parfümerie, das Safrol vielfach zum Parfümieren von Hausſeifen. *Deite.*

Saffolin (Borſaſäure) H_3BO_3, Mineral, natürliche Borſäure (56,39% Borſäure).

Weiß, perlmutterartig, feinſchuppig; ſich fettig anfühlend, durchſcheinend, bitter ſchmeckend. Härte 1; ſpez. Gew. 1,45. Leicht ſchmelzbar mit gelblichgrüner Flammenfärbung, löslich in Waſſer und Alkohol. Setzt ſich an heißen Quellen in der Nähe von Vulkanen (Saffo, Laderello in Toskana) ab und wird hier gewonnen und zur Darſtellung von borſauren Salzen (Borax u. ſ. w.) verwendet. Rohprodukt des Handels durch ſchwefelſaure Salze verunreinigt. *Leppla.*

Satin, ein mit Atlas- und Köperbindung hergeſtelltes, verſchieden ſtarkes, durch Appretur mit ſtarkem Glanz verſehenes tuchartiges Gewebe aus Wolle; ſ. Tuchſorten und Weberei. *Kraft.*

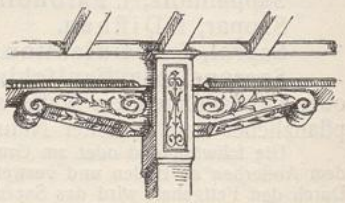
Satinieren (Satiniermaſchinen), das Glätten von Geweben, Papier u. dergl. in dem Maße, daß die Flächen der Stoffe Glanz zeigen; dazu benutzte Maſchinen heißen Satiniermaſchinen.

Die wichtigſten Satiniermaſchinen ſind die Kalander (ſ. d.) und die Mangeln (ſ. d.). In der Papierfabrikation werden auch die ſogenannten Bürſtenſatiniermaſchinen verwendet, die in der Hauptſache aus einer Bürſtenwalze beſtehen, welche das aus feingemahlenem Talk, Fafergips oder Alabaſter beſtehende Pulver in die Fläche des kontinuierlich durch Führungswalzen herumgeführten und angepreßten Papiers einreibt; vgl. a. Appretur, Buntpapierfabrikation, Bd. 2, S. 401, und Papierfabrikation, Bd. 6, S. 817 und 819.

Sattel, in der Topographie, derjenige Flächenteil, der zwiſchen zwei oder mehreren Senkungen (Keſſeln, Mulden) oder Erhebungen (Kuppen) des Geländes liegt; vgl. Lagerung.

Satteldach, ſ. Dachſtuhl, Bd. 2, S. 515 ff.

Sattelholz (Trummholz), ein horizontales, auf einem Pfeiler oder Ständer liegendes kurzes Holz; es dient zur Verſtärkung eines Unterzuges, um die Stützenentfernung vergrößern und dadurch freien Raum gewinnen zu können (ſ. die Figur). Vgl. a. S. 103, Fig. 1, 5 und 6. *Weinbrenner.*



Sattelholz aus einer Kirche in Graubünden.

Sattelkammern, ſ. Pferdeſtälle, S. 98.

Sattelturm, ſ. Giebelturm.

Saturnrot, ſ. Zinnobererſatz.

Saturnzinnober, ſ. Mennige.

Satz, im Bergbau, 1. übliche Abkürzung für Kunſtſatz oder Pumpenſatz (ſ. Waſſerhebung); 2. ein Satz Bohrer, gewöhnlich drei zuſammengehörige Bohrer von verſchiedener Länge und Schneidenbreite; Radſatz ſ. S. 336; 3. in der Lohgerberei, ſ. Leder, Bd. 6, S. 95.

Satzführung, ſ. Beſchicken.

Satzräder arbeiten als Stirnräder von gleicher Teilung und Breite in jedem Größenverhältnis richtig zuſammen.

Sie haben für jeden Satz ein und dieſelbe Eingrifflinie. Die gebräuchlichen Syſteme enthalten für Evolventen die Neigung der geraden Eingrifflinie gegen die Zentrale $\beta = 75°$ oder (bei amerikaniſchen Werkzeugmaſchinen) $\beta = 71\frac{1}{2}°$, nämlich $\operatorname{tg}\beta = 3$; für Cykloiden $\varrho = \frac{7}{8}\,t$ Rollkreisradius. Abweichend davon baut man, zur Erzielung größerer Eingriffdauer oder für Zähnezahlen unter zehn, paarweiſe füreinander beſtimmte Einzelräder (ſ. d.). *Lindner.*

Sauerbleiche, ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 809.

Sauerſtoff O; Atomgew. 16; ſpez. Gew. 1,1056 (Luft = 1), iſt ein farb-, geruch- und geſchmackloſes Gas, das bei einem Druck von 525 Atmoſphären und bei —140° eine farbloſe Flüſſigkeit darſtellt. Wenig löslich in Waſſer, leichter löslich in Alkohol. Verbindet ſich mit allen Elementen außer *Fl*, meiſtens direkt und oft unter ſtarker Licht- und Wärmeentwicklung. Verbrennen in der atmoſphäriſchen Luft, welche aus 20,9 Vol. Sauerſtoff, 79,1 Vol. Stickſtoff beſteht, iſt Verbinden des brennbaren Körpers mit Sauerſtoff (Oxydation, ſ. Bd. 6, S. 786). Ein Gemenge von 1 Vol. Sauerſtoff mit 2 Vol. Waſſerſtoff heißt Knallgas (ſ. d., Bd. 5, S. 517), weil es beim Anzünden mit heftigem Knall explodiert. Ueber den ſogenannten aktiven Sauerſtoff oder Ozon ſ. Bd. 6, S. 787.

Sauerſtoff, 1774 von Prieſtley und unabhängig von ihm 1777 von Scheele entdeckt, aber erſt von Lavoiſier in ſeiner wahren Natur erkannt, wird dargeſtellt durch Erhitzen von Kaliumchlorat ($2\,KClO_3 = KClO_4 + KCl + 2\,O$; $KClO_4 = KCl + 4\,O$) zweckmäßig unter Zuſatz von

etwas gepulvertem Braunſtein, der ſelber unverändert bleibt, durch ſtarkes Glühen von Braunſtein ($3\,MnO_2 = Mn_3O_4 + 2\,O$), durch Erhitzen von Braunſtein mit Schwefelſäure ($MnO_2 + H_2SO_4 = MnSO_4 + H_2O + O$) u. ſ. w. Für die Gewinnung im großen ſind alle dieſe Verfahren zu teuer, es kommen nur ſolche in Betracht, welche den Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft entnehmen. Von chemiſchen Verfahren iſt eine Zeitlang das zuerſt von Bouffingault angegebene, dann von den Gebrüdern Brin verbeſſerte Verfahren in mäßigem Umfange gebraucht worden. Hierbei wird in eiſernen Retorten befindliches Baryumoxyd (BaO), welches auf 500—600° erhitzt iſt, durch den Sauerſtoff zugeleiteter Luft in Baryumſuperoxyd (BaO_2) verwandelt, das bei Steigerung der Temperatur auf 800° wieder in Baryumoxyd und Sauerſtoff zerfällt. Das Zuführen und Abſtellen der Luft ſowie das Abſaugen des Sauerſtoffs geſchah ſelbſttätig durch die Saugpumpe. Von phyſikaliſchen Verfahren hat dasjenige, welches auf der gegenüber dem Stickſtoff größeren Löslichkeit des Sauerſtoffes in Waſſer beruht, keinen praktiſchen Erfolg gehabt. Dagegen arbeitet man mit gutem Erfolg mit Lindes Apparat zur Verflüſſigung von atmoſphäriſcher Luft [1], indem man verwertet, daß aus der verflüſſigten Luft der Stickſtoff ſchneller verdampft als der Sauerſtoff. Gegen die früheren Apparate zu ähnlichem Zwecke, die durch ſtufenweiſes Abkühlen mittels mehrerer verſchieden tief ſiedender Gaſe arbeiteten, indem man dieſe Gaſe einzeln kühlte, verflüſſigte und raſch verdampfen ließ, bietet der Lindeſche Apparat (vgl. den Art. Gaſe, Verflüſſigung derſelben, Bd. 4, S. 288) den Vorteil, daß er die Temperaturerniedrigung nur erreicht durch ſehr bedeutenden Druckfall der ſehr ſtark zuſammengepreßten und vorgekühlten Luft und beſonders durch weiteres Kühlen der durch Schlangenrohre ſtrömenden Luft im Gegenſtrom des am Rohrende aus der verflüſſigten Luft verdampfenden Stickſtoffs. Neuerdings will Hildebrandt das Entſpannungsgefäß zur Verminderung der Kälteverluſte in einen Hohlraum erſter und einen Hohlraum zweiter Ordnung teilen, indem er viele übereinander angeordnete oben und unten offene Röhrenbündel einbaut, deren Inhalt bei jeder Entſpannung weniger Ausdehnung, aber durch die dünnen Rohrwandungen hindurch Kühlung erfährt. Das Herabtropfen der verflüſſigten Luft aus den einzelnen Röhrenbündeln in das Sammelgefäß ſoll eine Rektifikation (vollſtändigere Stickſtoffabgabe) des zu gewinnenden Sauerſtoffs bewirken. Durch Kompreſſionspumpen werden je 1000 l Sauerſtoff in eiſerne Zehnliterflaſchen (über dieſe ſ. [2]) hineingepreßt, ſo daß die auf 250 Atmoſphären geprüften Behälter einen Druck von 100 Atmoſphären auszuhalten haben. Ueber andre Verfahren der techniſchen Sauerſtoffgewinnung ſ. [3] und [4]. Der Sauerſtoff iſt bisher in der Technik faſt nur für Knallgas- und Leuchtgasgebläſe, zum Löten und „autogenen“ Schweißen gebraucht; anderweitige Verwendungen zu Schmelzungen und Oxydationsprozeſſen befinden ſich erſt im Stadium der Einführung.

Literatur: [1] Dingl. Polyt. Journ. 1897, Bd. 303, S. 40. — [2] Polyt. Zentralbl. 1892/93, S. 37. — [3] Fiſcher, Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 608. — [4] Blücher, H., Auskunftsbuch für die chemiſche Induſtrie, Berlin. *(Rathgen) Moye.*

Sauger, die bei Waſſer- und Gasleitungen in die Rohre eingeſchraubten meſſingenen Verbindungsſtücke zum Anſchluß von Abzweigungen.

Sauggasanlagen. In einem Vergaſer (Generator) werden feſte Brennſtoffe (Anthracit, Koks, Braunkohle, Torf u. ſ. w.) unter gleichzeitigem Zutritte von Waſſerdampf und Luft in Gas verwandelt, das in der Hauptſache aus Waſſerſtoff, Kohlenoxyd, Kohlenſäure und Stickſtoff beſteht und zum Betriebe von Kraftmaſchinen dient.

Der Name rührt daher, daß die Gasmaſchine ſelbſt die Luft durch den Vergaſer ſaugt und ſich ſo ihren Brennſtoff, das Kraftgas, ohne Beihilfe von Gebläſen ſelbſt herſtellt. Bevor die Gasmaſchine angelaſſen werden kann, muß allerdings die Gasbereitung durch ein anderweitig, meiſt von Hand, angetriebenes Gebläſe bewirkt werden; ſ. Kraftgas und Verbrennungsmotoren. *Schöttler.*

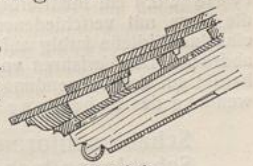
Saugheber, ſ. Pumpen, S. 284.

Saugkappe (Deflektor), ſ. Lüftung geſchloſſener Räume.

Saugkörbe verhüten das Eindringen von Fremdkörpern in die Saugleitungen von Pumpen und werden als Abſchluß der Saugleitung an deren Ende angebracht. Sie beſtehen aus einem zylindriſch oder kugelförmig erweiterten und abgeſchloſſenen Gefäß aus Gußeiſen, galvaniſiertem Eiſen- oder Kupferblech, deſſen Wände mit Oeffnungen (Schlitzen oder Bohrungen) verſehen ſind. Die Summe der Querſchnitte aller Oeffnungen muß etwa $1\frac{1}{2}$mal ſo groß ſein als der Querſchnitt des Saugrohrs. Saugkörbe ſind in Bd. 4, S. 225, Fig. 1—4 dargeſtellt. *C. Blecken.*

Saugluftförderer, ſ. Druckluftförderer.

Saumlade (Saumlatte), verſtärkte Latte oder Brett, das, auf dem unteren Sparrenende befeſtigt, die Traufſchicht der Dachziegel oder Schiefer aufnimmt und dieſen die Dachneigung der oberen Schichten gibt (vgl. die Figur). *Weinbrenner.*



Saumlade.

Sauſſurit, ſ. Feldſpat, Bd. 3, S. 690.

Sayettgarne (Sagettengarne), ſ. Halbkammgarne.

Sb, in der Chemie Zeichen für Antimon.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Scagliola, Gießmaſſe für ornamentale Zwecke, aus feinem Gips, gepulvertem Gipsſpat (Frauenglas) und Leimwaſſer.

Scandium *Sc*, Atomgew. 44,1, findet ſich im Euxenit und einigen andern ſeltenen Mineralien. Es iſt nur in einer Reihe von Verbindungen bekannt und iſt mit dem von Mendelejeff auf Grund des periodiſchen Syſtems der Elemente vorausgeſetzten Ekabor identiſch. *(Rathgen) Moye.*

Sceptertaue, Fallreepstaue, zwei kurze Taue, welche neben dem Seefallreep an der Schiffswand herunterhängen zum Feſthalten beim An- und Vonbordgehen.

Schaardeich (Gefahrdeich), Deich mit ſchmalem Vorlande, welcher den Angriffen der Strömung unmittelbar ausgeſetzt iſt (vgl. Deich, Flußdeiche, Uferdeich). *Frühling.*

Schaarmeſſer (Scherdegen, Schermeſſer), ſ. Leder, Bd. 6, S. 93.

Schaben bezeichnet bei der Metall- und Holzbearbeitung das Wegnehmen feiner Späne mittels der als Schaber bezeichneten Werkzeuge, die mit ihrer Schneidkante ſo über das Arbeitsſtück hingeführt werden, daß der Schneidwinkel ein ſtumpfer iſt.

Für Metalle beſtehen die Schaber aus gehärteten Stahlſtäben. Man unterſcheidet Flachſchaber (Fig. 1), Hohlſchaber (zylindriſche, Fig. 2, oder koniſche, Fig. 3), meißelförmige Schaber (Fig. 4). Zum Ausſchaben von Gefäßen u. ſ. w. werden hakenförmige Schaber verwendet. — Ueber Schaben von Münzplättchen, deren Gewicht das zuläſſige überſchreitet, ſ. Münze, Münzenherſtellung (Bd. 6, S. 530).

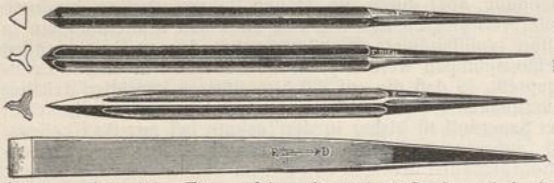


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Für Holz beſteht der Schaber (Ziehklinge) aus einem etwa 0,6—1,2 mm dicken gehärteten Stahlblech von 50 mm Breite und 100—200 mm Länge, das von Hand über die Arbeitsfläche weggeführt wird. Auch Glasſtücke werden häufig zum Schaben benutzt. Für geſchweifte Arbeitsſtücke wird der Schabhobel (Ziehklingenhobel) benutzt, bei dem der etwa 60 mm breite Schaber in einem mit zwei Handgriffen verſehenen zweiteiligen Halter gefaßt iſt. S. a. Böttcherei. *A. Widmaier.*

Schabig (Schabine), ſ. Bronzefarben, Bd. 2, S. 312.

Schabkunſt (Schwarzkunſt), ſ. Kupferſtecherkunſt; über Schabmanier ſ. Aſphaltſchablithographie in Lithographie.

Schablonen, ſ. v. w. Muſter, deren Kanten zur Begrenzung oder zum Vergleich oder zur Führung (für Werkzeuge u. ſ. w.) dienen.

Die Schablonen finden z. B. Verwendung in der Formerei (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 361), beim Auftragen von Farben, bei Sandſtrahlgebläſen, in Werkſtätten zum Anzeichnen, Bohren, Schmieden, Lochen, Meſſen u. ſ. w. *A. Widmaier.*

Schablonendruck, verſchiedene, auf der Anwendung von Schablonen beim Drucke oder bei der Einfärbung beruhende graphiſche Methoden.

Am häufigſten findet der Schablonendruck bei Vervielfältigungsapparaten (ſ. d.) Anwendung, indem an Stelle einer Druckform eine Schablone benutzt wird, durch welche hindurch eine Farbwalze u. dergl. auf das darunterliegende Papierblatt Farbſtoff abgibt (ſ. Papyrographie). Auch zur Kolorierung der Bilder von großen Modejournalen u. dergl. wird der Schablonendruck oft herangezogen, wenn infolge geringer Auflage dieſer Zeitungen die Anſchaffung vieler Teildruckformen (vgl. Farbendruck) zu koſtſpielig iſt. Dieſem Zwecke dienen beſondere Maſchinen (z. B. die von Albert & Co. in Frankental, Rheinbayern). Die nur mit dem Konturbilde bedruckten Bogen werden mit Punkturen (ſ. Punktieren) auf ein endloſes Stahlband aufgebracht, das die Bogen nun ruckweiſe unter Schablonen hinwegführt, die nur beſtimmte Bildteile den raſch hin und her bewegten Färbebürſten freigeben. Es können auf ſolchen Maſchinen bis zu ſieben und mehr Farben verwendet werden. Man benutzt hierbei ausſchließlich raſch auf dem Papier trocknende Waſſerfarben, weshalb das Verfahren Aquatypie genannt wird. Mitunter kann mit Hilfe nur ein und derſelben Druckform (zumeiſt einer Autotypie [ſ. d.]) ein Mehrfarbenbild hergeſtellt werden, indem man in mehreren Arbeitsvorgängen die Form mit verſchiedenen Druckfarben einfärbt und durch Benutzung von Schablonen nur einzelne Bildteile farbig auf das in Schwarz oder Grau zuerſt vorgedruckte Geſamtbild nochmals abdruckt. Das Verfahren von Edmund Benfel in Berlin und Emil Kräning in Magdeburg beruht auf der Verwendung von Farbkiſſen, die mit Schablonen verſehen ſind. Ueber die Verwendung des Schablonenfarbendrucks für keramiſche Zwecke ſ. Keramiſcher Druck. *A. W. Unger.*

Schablonenformerei, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 361.

Schablonenſtechmaſchine oder Stüpfelmaſchine zur Herſtellung von Papierſchablonen für die Stickerei, Klöppelei u. ſ. w., bei denen der zu übertragende Linienzug durch dicht aneinander gereihte Nadelſtiche gebildet wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die an dem unteren Ende einer Führungsſtange befindliche Kopiernadel bewegt ſich etwa 30—50mal ſekundlich auf und ab und wird freihändig oder unter Zuhilfenahme eines Pantographen über die (4—6) Lagen des zu durchſtechenden Oelpapiers geführt. Um das Muſter auf den betreffenden Stoff zu übertragen, wird ein farbiges Harzpulver oder dergl. mittels eines Filzwiſchers durch die Nadelöffnungen der aufgelegten Schablone durchgerieben und durch Erhitzen auf dem Grund befeſtigt. *E. Müller.*

Schabmeſſer, -maſchine, ſ. Leder, Bd. 6, S. 93.

Schabotte (Chabotte, Schawatte, Unteramboß), bei Hämmern und Fallwerken der den Amboß (Untergeſenk) tragende Teil, der durch ſein Gewicht in erſter Linie den vom Hammerbär ausgeübten Schlag (Stoß) aufnehmen ſoll.

Bei manchen Hämmern, insbeſondere ſolchen, die zum Geſenkſchmieden beſtimmt ſind, fehlt die Schabotte bezw. ſie bildet einen Teil des Hammergeſtells. Die Schabotte ruht auf dem Hammerſtock (Amboßſtock), der vielfach aus Holz (horizontale Balkenlager oder vertikal geſtellte, miteinander verdübelte Eichenpfoſten, die mit Eiſenreifen umſpannt ſind) hergeſtellt wird. Das eigentliche Fundament des Amboſſes iſt gewöhnlich von dem des Hammergeſtells getrennt. Das Gewicht der Schabotte kann für 1 mkg Schlagmoment zu 10—14 kg angenommen werden (die kleineren Zahlen für die kleineren Hämmer).

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Bd. 3, 3. Abt., zweite Hälfte, Braunſchweig 1901. — S. a. die unter Dampfhämmer angegebene Literatur. *A. Widmaier.*

Schabpapier, beſonders hergerichtetes „geſtrichenes“ Papier zur Herſtellung von Illuſtrationsvorlagen für Buchdruckzwecke.

Das Schabpapier iſt mit einer dickeren ſogenannten Kreideſchichte (Barytweiß, mit Leim oder Kaſein gebunden) verſehen, auf welche Punkte oder einfache oder ſich kreuzende Striche dicht aufgedruckt ſind. Die Oberfläche zeigt infolgedeſſen einen gleichmäßigen grauen Ton, der jedoch unmittelbar mittels Phototypie (ſ. d.) reproduzierbar iſt, man alſo hierbei keines Raſters (vgl. Preſſendruckverfahren, photographiſche) bedarf. Das aufgedruckte Muſter bildet den Grundton der Zeichnung, die mittels Tuſche oder ſchwarzer Kreide in Strichmanier (vgl. Klifchee) ausgeführt wird, was mitunter ein geprägtes Liniament erleichtert. Die helleren Töne werden dadurch erzeugt, daß man das aufgedruckte Grundmuſter durch Schaben mit Meſſern teilweiſe oder ganz entfernt. Das Verfahren mit Schabpapier bietet den Vorteil, daß nach ſolchen Vorlagen Phototypien, die billiger als Autotypien (ſ. Autotypie) ſind, erzeugt werden können; vgl. Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906. *A. W. Unger.*

Schachbrettbau, ſ. Pfeilerbau, S. 92.

Schacht, 1. bei Oefen (Schachtöfen), ſ. Oefen für techniſche Zwecke (Bd. 6, S. 743); 2. ſ. v. w. Nadelſchacht, ſ. Nadelherſtellung (Bd. 6, S. 555).

Schacht, bergmänniſcher Bau von regelmäßigem Querſchnitt, deſſen Haupterſtreckung in die Tiefe gerichtet iſt. Schächte ſind in ebener Gegend unentbehrlich zur Aufſchließung von Lagerſtätten, deren Ausgehendes von Gebirge überdeckt iſt. Dort, wo die Anlage von Stolln möglich iſt, dienen diejenigen Schächte, die nur bis auf die Stollnſohle niedergebracht ſind (Stollnſchächte), namentlich zur Wetterführung. Schächte, welche die Lagerſtätte unter der Stollnſohle (den Tiefbau) erſchließen, heißen Tiefbauſchächte.

Die Herſtellung eines Schachtes geſchieht gewöhnlich durch Vertiefen desſelben von der Erdoberfläche oder einem Grubenbaue (Stolln, Strecke) aus (Teufen, Abteufen, Abſinken eines Schachtes); ſie kann jedoch auch ſo erfolgen, daß von einem Stolln oder einer Strecke aus aufwärts gearbeitet wird (Ueberhauen oder Ueberſichbrechen). Ein in der einen oder andern Weiſe begonnener Schacht heißt daher Abteufen (auch Geſenke) bezw. Ueberhauen. Die Stelle, an der ein Schacht angelegt wird, heißt Schachtanfatzpunkt. Die Schächte dienen der Förderung, Fahrung, Waſſerhaltung und Wetterführung, und zwar entweder einem dieſer Zwecke vorwiegend, dann ſpricht man z. B. von Förderſchacht (Treibeſchacht), von Waſſerhaltungsſchacht (Kunſtſchacht) und Wetterſchacht, oder ſie dienen mehreren dieſer Zwecke (Hauptſchächte). Der Schacht wird durch Hölzer oder eiſerne Träger (Einſtriche), die in vertikalen Ebenen untereinander eingebaut werden, in mehrere Abteilungen geteilt; jede derſelben heißt ein Trum (Trumm), und man unterſcheidet das Fahrtrum, die Fördertrümer, das Kunſt- oder Pumpentrum u. ſ. w. Statt Fördertrum ſagt man wohl auch dort, wo in der alten Weiſe in Tonnen gefördert wird, Tonnenfach. Bei ſolchen Bergbauen, bei denen ſehr bedeutende Mengen an Material (Holz oder Verſatzberge) in die Grube geſchafft (gehängt) werden müſſen, ſind hierzu beſondere Fördertrümer vorhanden, die Hänge-, Holz-, Holzhängetrum heißen. Steht eine Grube nur durch einen Schacht mit der Oberfläche in Verbindung, ſo müſſen die Wetter durch einen Teil des Schachtquerſchnitts einziehen und durch den andern, das Wettertrum, ausziehen. Dieſes muß dann luftdicht abgeſchlagen ſein; die trennende Wand nennt man Wetter- oder Schachtſcheider. Sie beſteht aus Mauerung oder aus Wellblech; ein hölzerner Wetterſcheider iſt ſchwer dicht zu erhalten. Der Hauptrichtung nach unterſcheidet man ſaigere, d. h. lotrechte Schächte, auch Richtſchächte genannt, die jetzt faſt überall angewendet werden, da ihre Leiſtungsfähigkeit für die Förderung am größten iſt, der Einbau von Geſtängemaſchinen (Waſſerhebung, Fahrkunſt) ſich am einfachſten geſtaltet und ſie auch in der Unterhaltung am billigſten ſind. Auf flach einfallenden Lagerſtätten wurden früher auch vielfach

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Einfallen der Lagerſtätte folgende flache (tonnenlägige) Schächte angewendet. Aendert ſich mit dem Einfallen der Lagerſtätte auch die Hauptrichtung des Schachtes, ſo heißt dieſer gebrochener Schacht; die Stelle, an der die Richtungsänderung erfolgt, heißt Schachtbruch. Ein Schacht, der von der Erdoberfläche aus in die Tiefe führt, heißt Tageſchacht, dagegen iſt ein blinder Schacht ein ſolcher, der von einer Strecke oder einem Stolln aus abgeteuft iſt. Ein Schacht, der in der Grube zwei Strecken miteinander verbindet, heißt Strecken-, Durchſchnitts-, Zwiſchenſchacht. Zwillingsſchächte nennt man zwei Hauptſchächte, die ſo nahe beieinander abgeteuft werden, daß die zugehörigen Anlagen über Tage ein Ganzes bilden; die Anlagekoſten ſind geringer als bei zwei getrennten Schachtanlagen, jedoch wird die Wetterführung erſchwert, die Wetterwege werden länger. Es ſind die folgenden Benennungen für die verſchiedenen Teile eines Schachtes üblich (ſ. Fig. 1): Die Mündung des Schachtes an der Oberfläche *T* heißt Tagekranz, Hängebank, am Oberharz auch Stürze. Gewöhnlich legt man die Schachtmündung einige Meter über den gewachſenen Boden (der Schacht wird aufgefattelt), um Haldenſturz zu gewinnen. Auch wenn der Schacht im feſten Geſtein ohne Ausbau ſteht, muß doch der oberſte Teil, der Schachtkopf *K*, ſoweit ſich der Schacht in der Halde *H* und in zerfetztem Geſtein befindet, ausgebaut, gewöhnlich ausgemauert werden. Dort, wo Strecken vom Schachte abgehen, werden für den Verkehr, namentlich das Ausladen von Grubenholz, Schienen u. dergl. aus den Schachtfördergefäßen, erweiterte Räume, die Füllörter *F*,

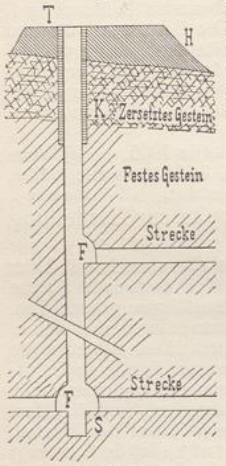


Fig. 1.

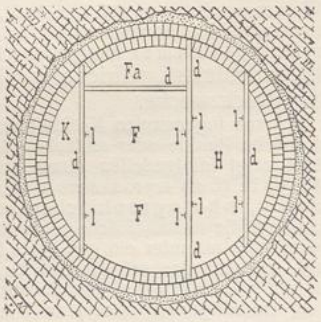


Fig. 3. Runder Schacht (Querſchnitt).

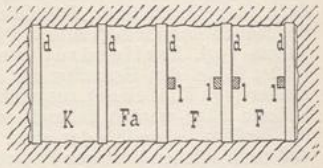


Fig. 2. Rechteckiger Schacht (Querſchnitt).

hergeſtellt. Der Schachtteil unter der tiefſten Strecke, in dem ſich das Waſſer anſammelt, um von hier aus durch die Schachtpumpen gehoben zu werden, heißt Schachtſumpf *S*. Das über dem Schachte errichtete Gebäude nennt man Schachtkaue, Schachtgebäude, Schachthaus. Der Schachtquerſchnitt oder die Schachtſcheibe iſt zweckmäßigerweiſe rechteckig bei flachen Schächten und bei denjenigen Richtſchächten, die in feſtem Gebirge abgeteuft werden; Fig. 2 gibt den Querſchnitt eines rechteckigen Schachtes im feſten Gebirge mit hölzernen Einſtrichen *d* an. Dagegen wählt man in loſem oder weniger feſtem Gebirge gewöhnlich den kreisrunden Querſchnitt. Fig. 3 zeigt einen runden, gemauerten Schacht mit eiſernen Einſtrichen *d*. *F* ſind die Fördertrümer, *l* die Leitungen für die Fördergefäße, *Fa* das Fahrtrum, *K* das Waſſerhaltungstrum, *H* iſt der Holzhängeſchacht. *Treptow.*

Schachtabteufen. Das Abteufen eines Schachtes (ſ. d.) erfolgt mittels Anwendung der bergmänniſchen Gewinnungsarbeiten (ſ. Bd. 4, S. 497). Zum Herausſchaffen der gelöſten Geſteinsmaſſen ſind einfache Fördereinrichtungen (ſ. Schachtförderung) vorzuſehen; die angetroffenen Waſſermengen ſind durch Abteufpumpen (Bd. 1, S. 47) zu heben.

In feſten Geſteinen gibt man der Schachtſohle Treppenform, da hierdurch die Zahl der Angriffspunkte vermehrt und die Geſteinsgewinnung erleichtert wird; das Waſſer ſammelt ſich im tiefſten Punkte, dem Vorgeſümpfe. Die Schachtſtöße brauchen in dieſem Falle durch Ausbau nicht geſichert zu werden; dagegen macht ſich der vorläufige Einbau von Einſtrichen, Bühnen, Fahrten, Leitungen für die Förderung u. ſ. w. ſchon während des Abteufens notwendig. In weichen Geſteinen hält man die Schachtſohle tunlichſt eben, da es wichtig iſt, die Schachtſtöße ſobald wie möglich durch Ausbau zu verwahren (ſ. Grubenausbau). In loſen (rolligen) Maſſen muß mittels Getriebezimmerung (Bd. 4, S. 653, vgl. a. Tunnelbau) abgeteuft werden. Bei dieſer iſt das Verlegen von Tragſtempeln zur Stützung des Schachtausbaues nicht tunlich; um Senkungen des Ausbaues zu verhüten, muß dieſer an über den Schacht verlegten ſtarken Hölzern und Schienen oder an dort errichteten Sprengewerken mittels Tragſtangen oder Seilen aufgehängt werden. — Bei bereits beſtehenden Gruben kann die Herſtellung eines neuen Schachtes beſchleunigt werden, indem man von den Grubenbauen aus den Schachtpunkt in mehreren Sohlen unterfährt und von hier aus zugleich Ueberhauen und Abteufen betreibt; auch kann durch Stoßen eines Tiefbohrloches das Waſſer aus dem Schachtabteufen in die Grube verfällt und dort den vorhandenen Pumpen zugeführt werden, ſo daß die Waſſerhebung aus dem Schachtabteufen fortfällt.

Nach den beim weſtfäliſchen Steinkohlenbergbau gemachten Erfahrungen koſtet 1 m Schachtabteufen einſchließlich Ausbau in Mauerung oder in eiſerner Kuvelage bei 3,0—3,5 m Durchmeſſer 620—720 ℳ, bei 5,5—6,0 m 1000—1200 ℳ. Gute Leiſtungen ſind 20—30 m Schachtabteufen im Monat, in einzelnen günſtigen Fällen iſt erheblich mehr, bis zu 80 m geleiſtet worden. Starke Waſſerzugänge drücken die Leiſtung weſentlich herab und verteuern das Abteufen [1].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die vorſtehend geſchilderten Mittel zum Abteufen laſſen ſich nur ſo lange anwenden, als die Schachtſohle waſſerfrei gehalten werden kann. Bei ſtarkem Waſſerandrange ſteigen, namentlich in loſem Gebirge, die Schwierigkeiten des Abteufens ganz außerordentlich, weil einmal durch die Waſſerbewegung leicht auch das Gebirge ſelbſt hinter dem Schachtausbau in Bewegung kommt und weil ferner das Waſſer faſt immer erhebliche Mengen von feinem Schlamm und Sand mit ſich führt, wodurch der Gang der Pumpen geſtört wird. Die Arbeiten ſchreiten langſam fort, da die Leute oft bis zu den Knien im Waſſer ſtehend arbeiten müſſen. Man ſucht daher ſobald als möglich, nachdem man waſſerdichtes Gebirge erreicht hat, die waſſerführenden Schichten waſſerdicht auszubauen (ſ. Bd. 4, S. 636), ſo daß das weitere Abteufen wieder trocken fortgeſetzt werden kann. Treten Fälle ein, in welchen die Zuflüſſe ſo ſtark werden, daß eine Hebung der Waſſer nicht tunlich iſt, ſo muß zu andern Verfahren gegriffen werden. In feſten Geſteinen mit ſtarker Waſſerführung läßt ſich dann nur das Schachtbohren [2] anwenden; in loſem Gebirge ſind drei weſentlich verſchiedene Verfahren anwendbar und zwar für geringere Mächtigkeit des waſſerführenden Gebirges das Senkrechtanſtecken, für größere Mächtigkeiten die Herſtellung eines Senkſchachtes (ſ. S. 581) und das Gefrierverfahren von Poetſch (ſ. Gefriergründung).

Die Herſtellung der Bohrſchächte erfolgt in ähnlicher Weiſe wie diejenige der Tiefbohrlöcher (ſ. Tiefbohren). Zurzeit wird das durch Kind und Chaudron um 1850 ausgebildete Verfahren am meiſten angewendet; es geſtattet Schächte bis zum lichten Durchmeſſer von 4,4 m im toten Waſſer abzubohren und waſſerdicht auszubauen. Es wird unter ſtetem Vorbohren auf der Schachtſohle ein Vorſchacht mittels des gewöhnlichen Verfahrens tunlichſt weit abgeteuft und ausgemauert, bis man ſich der waſſerführenden Schicht nähert, dann wird der Schachtquerſchnitt völlig freigemacht und es beginnt das Schachtbohren. Dem bedeutenden Gewichte der Werkzeuge entſprechend wird ein ſtarker Bohrturm gebaut; es iſt ein kleiner und ein großer Bohrer (Fig. 1 und 2) vorhanden. Mit dem kleineren wird ein zentrales Vorbohrloch von 1,5—2,0 m Weite auf die ganze Schachttiefe hergeſtellt; der Bohrlöffel hat dementſprechenden Durchmeſſer. Sodann wird mit dem großen Bohrer die noch verbliebene ringförmige Geſteinsmaſſe nachgebohrt; hierbei ſammelt ſich der Bohrſchlamm im Vorbohrloche und die eigentliche Bohrarbeit kann längere Zeit fortgeſetzt werden, ohne daß wegen des Löffelns eine Unterbrechung nötig wird. Beide Bohrer ſind mit Einſatzmeißeln verſehen; am oberen Teile ſind Führungskreuze *f* angebracht. Der große Bohrer, welcher bei einem Schachtdurchmeſſer von 4,4 m etwa 25—30000 kg wiegt, trägt außerdem in der Mitte der Schneide zur Führung im Vorbohrloche einen der Weite desſelben entſprechenden Bügel *b*. Macht ſich im Schachte Nachfall bemerkbar, d. h. fällt von den Stößen Geſtein in den Schacht, ſo muß mittels genieteter Eiſenblechzylinder vorläufig verrohrt werden. Das Abbohren wird fortgeſetzt, bis man einige Meter in waſſerundurchläſſiges Geſtein gelangt iſt, da der Fuß des einzubringenden Schachtausbaues hier waſſerdicht anſchließen muß, um das Waſſer der oberen Gebirgsſchichten dauernd abzuſperren. Der waſſerdichte Ausbau, Kuvelage genannt, beſteht jetzt immer aus gußeiſernen Ringen von 1,0—1,5 m Höhe. Sie ſind an den Stoßflächen mit gehobelten Flanſchen verſehen und werden durch Schraubenbolzen und eingelegte Bleiplatten gedichtet. Die Firma Haniel & Lueg wendet für dieſen Zweck beſondere Schrauben (Fig. 3) an, die ſich gut bewähren. Unter dem Kopfe *K* einerſeits und der Schraubenmutter des Schraubenbolzens *B* anderſeits liegt zunächſt ein eiſerner, koniſch ausgehöhlter Ring *e* und darunter ein entſprechend geformter Bleiring, der ſich beim Anziehen der Mutter dicht in die Fugen hineinpreßt, während bei Anwendung von ebenflächigen Unterlagsringen ein ſeitliches Herausdrücken des Bleies eintritt. Vor der Ablieferung an die Grube werden die Schachtringe in der Gießerei einer Waſſerdruckprobe unterworfen. Die Wandſtärken δ in Metern werden nach der von Chaudron angegebenen Formel: $\delta = 0{,}02\,\text{m} + RP : 500$ berechnet, worin R der Halbmeſſer des Schachtes in Metern und P der äußere Druck in Kilogramm auf 1 qcm iſt; 30—70 mm ſind die üblichen Stärken. Der untere Teil der Kuvelage heißt die Moosbüchſe (Fig. 4 und 4a); ſie dient zur waſſerdichten Abdichtung im Schachttiefſten und beſteht aus zwei Ringen *a* und *b* von Z-förmigem Querſchnitt, die genau übereinander paſſen und deren nach außen vorſpringende Flanſchen nur wenig kleiner ſind als der Schachtdurchmeſſer im tiefſten Punkte; zwiſchen denſelben wird eine Packung von trockenem Moos *m* eingebracht und darüber ein ſtarkes Netz geſpannt. Während des Einhängens (Fig. 4) trägt der Ring *a* mittels der Stangen *h* den Ring *b*; hat ſpäter die Moosbüchſe auf der Schachtſohle aufgeſetzt (Fig. 4a), ſo drückt das Gewicht der Kuvelage die Moospackung zuſammen und preßt ſie dicht an die Schachtflöße. Ueber der Moosbüchſe befindet ſich ein mehrteiliger Ring *r*, an dem der Gleichgewichtsboden *e* waſſerdicht befeſtigt iſt; darüber folgen dann die gewöhnlichen Schachtringe *s* (Auffatzringe oder -kränze). — Zum Einhängen der Kuvelage in den Schacht ſind im Bohrturm drei Arbeitsbühnen, von denen die mittlere eine Schiebebühne iſt, eingerichtet. Zuerſt wird auf der Schiebebühne die Moosbüchſe nebſt dem Gleichgewichts-

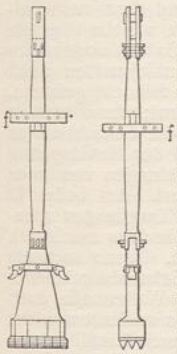


Fig. 1. Kleiner Bohrer. Fig. 1a.

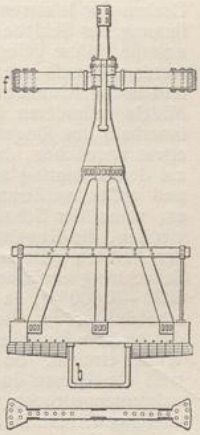


Fig. 2. Großer Bohrer.

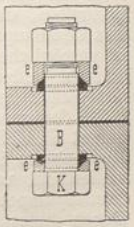


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

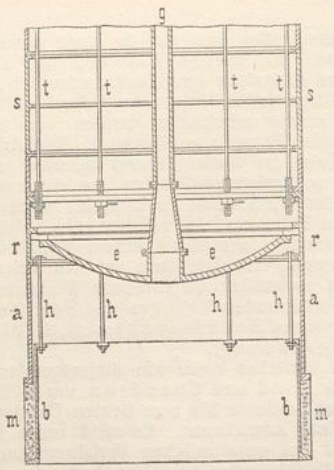


Fig. 4.

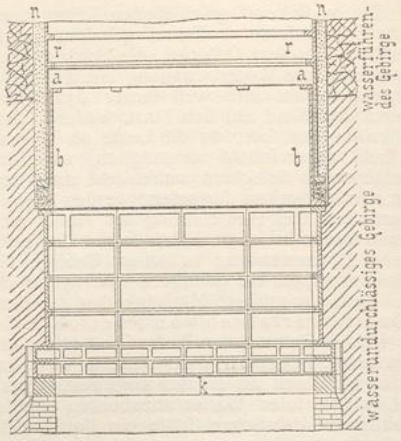


Fig. 4a.

boden montiert und dann an Tragſtangen *t* und Senkſchrauben — ſtarke, etwa 4 m lange ſchmiedeeiſerne Schrauben, deren Muttern auf der oberſten Bühne verlagert ſind — durch Drehen der letzteren zunächſt hochgehoben, die Moospackung eingebracht und dann nach Entfernung der Schiebebühne gleichmäßig in den Schacht geſenkt. Auf Trägern, welche über die unterſte Bühne gelegt werden, können die Tragſtangen an Bunden mittels Gabeln abgefangen werden, ebenſo wie die Geſtänge bei der Tiefbohrung; dann werden die Senkſchrauben gelöſt und hochgeſchraubt, darauf ein Kuvelagering auf der Schiebebühne über den Schacht gefahren. Mittels beſonderen Dampfkabels wird er angehoben und die Bühne entfernt; dann werden innerhalb des Ringes die Tragſtangen an die Senkſchrauben angeſchloſſen, der Schachtausbau etwas angehoben, die Gabeln und die unterſte Bühne entfernt; endlich wird der Kuvelagering auf den Bodenring niedergelaſſen, mit demſelben verſchraubt und die Bleidichtungen von innen und außen verſtemmt; gleichzeitig wird das Gleichgewichtsrohr *g* verlängert. Am beſten iſt es, wenn der Schacht mit Waſſer gefüllt iſt; man braucht dann nur kurze Tragſtangen anzuwenden, die Kuvelage taucht in das Waſſer, und infolge des Gleichgewichtsbodens macht ſich der Auftrieb geltend, ſo daß der ſchwere Schachtausbau im Waſſer ſchwimmt. Wenn auch ein Schachtring einſchließlich der Bleidichtung je nach der Wandſtärke und dem Schachtdurchmeſſer 5000—10000 kg, ja noch mehr wiegt, ſo iſt das Gewicht der verdrängten Waſſermaſſe doch erheblich größer. Schwimmt der Schachtausbau, ſo können die Senkſchrauben entfernt werden; das weitere Einſinken wird, wie der Aufbau der Schachtringe fortſchreitet, durch Einfüllen von Waſſer erreicht. So fährt man fort, bis die Moosbüchſe auf der Schachtſohle anlangt. Dann wird der Ausbau durch Einfüllen von mehr Waſſer ſtark belaſtet und hierdurch die Moosbüchſe zuſammengedrückt; das unter dem Gleichgewichtsboden befindliche Waſſer kann durch das Gleichgewichtsrohr aufſteigen. Endlich wird der ringförmige Raum zwiſchen den Schachtflößen und der Kuvelage bis hinauf in den Vorſchacht mit Beton *n* gefüllt, und nachdem dieſer erhärtet iſt, kann das Auspumpen des Waſſers beginnen und dann der Ausbau des Gleichgewichtsrohres und -bodens erfolgen. Iſt der Abſchluß gelungen, ſo iſt der Schacht nunmehr waſſerfrei und das weitere Abteufen kann in gewöhnlicher Weiſe fortgeſetzt werden. Zunächſt pflegt man jedoch zur weiteren Sicherung des waſſerdichten Abſchluſſes unter den Fuß der Kuvelage noch einige Meter waſſerdichten Eiſenausbau mit Keilkränzen *k* (vgl. Bd. 4, S. 636) einzubringen (Fig. 4a). — Wird auf die beſchriebene Weiſe verfahren, dann ſind ſo viel Kuvelageringe zu beſchaffen, daß der Schachtausbau bis über den Waſſerſpiegel im Schachte aufgeführt wird, was überhaupt notwendig iſt, wenn der Vorſchacht nur geringe Tiefe hatte. Wenn jedoch der in gewönlicher Weiſe geteufte und vor Beginn des Schachtbohrens waſſerdicht ausgebaute Schacht bedeutende Tiefe hatte und erſt ſpäter beim Erreichen des waſſerführenden Gebirges das Waſſer im Schachte ſtieg, ſo kann die Aufführung der einzuſenkenden Kuvelage in der Höhe der ganzen Schachttiefe vermieden werden. Es wird nach D.R.P. Nr. 28915 und Zuſatzpatent Nr. 32761 eine Kuvelageſäule, deren Höhe etwa 10 m mehr beträgt als die Tiefe des abgebohrten Schachtteiles, mit einem dem Gleichgewichtsboden entſprechend geſtalteten Deckel waſſerdicht verſchloſſen eingelaſſen und durch Betonhinterfüllung abgedichtet. Nach dem Herauspumpen des Waſſers wird der Deckel ebenſo wie der Boden der Kuvelage ausgebaut. Durch dieſes Verfahren erſpart man die erheblichen Koſten einer größeren Zahl von Ringen. — Nach den beim Kalibergbau in der Provinz Hannover gemachten Erfahrungen koſtet beim Abbohren von etwa 150 m Schachttiefe 1 m fertiggeſtellter Schacht 5000 ℳ, ein ſolches Abteufen kann bei günſtigen Verhältniſſen in 19 Monaten zu Ende geführt werden [3].

Das ſenkrechte Anſtecken kann verwendet werden, um wenig mächtige (3—4 m) waſſerreiche Schichten zu durchteufen. An den Stößen des Vorſchachtes wird durch ſenkrechtes Eintreiben ſtarker hölzerner Pfähle, die mittels Feder und Nut ineinandergreifen, eine Spundwand hergeſtellt und bis in waſſerundurchläſſiges Gebirge, z. B. Ton, niedergebracht. Man kann darauf innerhalb der Pfähle, welche die Hauptmenge des Waſſers und vor allem den Sand zurückhalten, abteufen und Geviere einbauen. Haaſe (D.R.P. Nr. 52347) hat dieſes Verfahren

vervollkommnet, indem er ſtatt der Pfähle eiſerne Rohre anwendet, die mit Anſätzen (Fig. 5) verſehen ſind, die wie Feder und Nut ineinander eingreifen; das Eintreiben der Rohre kann durch Waſſerſpülung oder drehendes Bohren innerhalb der Rohre erleichtert werden. Die Erfahrung lehrt, daß auch eine nach dieſem Verfahren hergeſtellte Spundwand bei größeren Tiefen nicht dicht ſchließt, indem einzelne Rohre ausweichen. Ein Senkſchacht (Fig. 6 und 6a) ſtellt gewiſſermaßen ein ſenkrechtes Anſtecken aus einem Stücke dar. Auf einer ſtarken Unterlage, dem Roſt oder Senkſchuh *s*, wird innerhalb des kreisrunden Vorſchachtes *V* der Schachtausbau in waſſerdichter Mauerung oder in eiſernen Kuvelageringen allmählich aufgeführt. Während auf der Schachtſohle das Gebirge gewonnen wird, ſinkt der Senkſchacht, durch ſein Eigengewicht oder auch durch ſtarke Preſſen belaſtet, die an einem im oberen Teile des Vorſchachtes eingebauten Preßringe *r* ein Widerlager finden, allmählich tiefer ein; oben wird beſtändig Schachtausbau hinzugefügt. Das Ziel iſt, den Senkſchuh ſo weit in waſſerundurchläſſiges Gebirge einzudrücken, daß hierdurch ein Abſchluß des Waſſers der oberen Schichten erreicht wird. Bei mäßigem Waſſerandrang kann unter Verwendung entſprechender Pumpen auf der Schachtſohle gearbeitet werden; iſt dieſes nicht tunlich, ſo ſtehen zum Niederbringen des mit Waſſer gefüllten Schachtes (im toten Waſſer) mehrere Mittel zur Verfügung. Bis zu etwa 20 m Waſſer kann in ſchwierigen Fällen mittels Tauchern gearbeitet werden [4], die Luftſchleuſe (ſ. Preßluftgründung, S. 230) kann bis zu etwa 30 m Waſſertiefe angewendet werden, bei noch größeren Schachttiefen wird der Boden innerhalb des Senkſchachtes mittels Greifbagger oder Sackbohrer gewonnen. Eine neue Bauart des Sackbohrers nach Saſſenberg und Clermont (D.R.P. Nr. 96 015) geſtattet dadurch ein ſchnelleres Arbeiten, daß der ſchwere Bohrer längere Zeit im Schachte verbleibt und nur die Säcke zur Entleerung aufgeholt werden. Nicht ſelten kommt es vor, daß ein begonnener Senkſchacht wegen der Reibung im Gebirge nicht weiter vorgetrieben werden kann, ehe er die waſſertragende Schicht erreicht hat. Dann unterbricht man die Arbeiten, ſchüttet zunächſt den Schacht bis zum Waſſerſpiegel mit grobem Sand zu, ſetzt auf dieſem einen zweiten entſprechend kleineren Senkſchuh zuſammen und baut einen zweiten Senkſchacht innerhalb des erſten. Ja man hat [5] fünf Senkſchächte ineinander verwenden müſſen, um in ſchwierigen Fällen zum Ziele zu gelangen; die Koſten ſteigen dann bis zu 7000 ℳ für 1 m Schachttiefe. Durch jeden neuen Senkſchacht wird allerdings der Schachtquerſchnitt weiter verengt; man beginnt daher bei großer Mächtigkeit des waſſerführenden Gebirges mit einem Schachtdurchmeſſer bis zu 10 m. Um das Niedergehen eines eiſernen Senkſchachtes zu befördern, hat Saſſenberg (D.R.P. Nr. 136672) in die Tubbingwandungen eiſerne Rohre eingießen laſſen, aus denen einige Meter über dem Senkſchuh durch zahlreiche feine Oeffnungen Druckwaſſer zwiſchen die äußere Wandung des Senkſchachtes und das Gebirge austritt. Das aufſteigende Waſſer vermindert die Reibung erheblich. Leiſtungen und Koſten beim Niederbringen von Senkſchächten laſſen ſich beſonders dann nur ſehr ſchwer ſchätzen, wenn in totem Waſſer gearbeitet werden muß und mehrere Schächte ineinander erforderlich werden. Beim Abteufen auf der Sohle wurden bei lichten Durchmeſſern von 6—7 m monatlich etwa 12 m geteuft. Die Koſten für das Meter betrugen, falls keine beſonderen Schwierigkeiten auftraten, 1500—2200 ℳ. Das Gefrierverfahren überwindet die bei ſtarker Waſſerführung des Gebirges entſtehenden Schwierigkeiten dadurch, daß in der Umgebung des Schachtpunktes das Gebirge bis auf die waſſerundurchläſſigen Schichten abwärts durch Kältewirkung zum Gefrieren gebracht, in dem Froſtkörper völlig trocken wie im feſten Gebirge abgeteuft und dann waſſerdicht ausgebaut wird. S. Gefriergründung, Bd. 4, S. 340; [6], [7]. Bei Anwendung des Gefrierverfahrens ſtellt ſich für Schachttiefen von etwa 100 m der geſamte Zeitbedarf auf etwa 10—20 Monate, die Koſten für 1 m fertigen Schacht auf etwa 4500 ℳ.

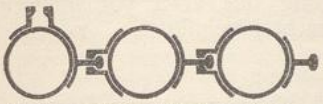


Fig. 5. Senkrecht-Anſtecken eiſerner Rohre nach Haaſe.

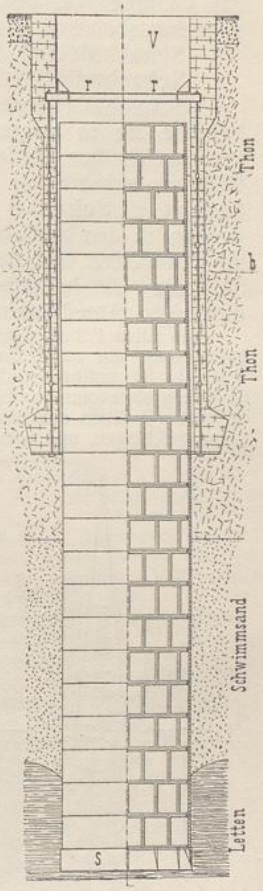


Fig. 6.



Fig. 6a.
Schnitt nach *ab*.

Literatur: [1] Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde u. ſ. w., 4. Aufl. 1907, S. 260. — [2] Tecklenburg, Th., Handbuch der Tiefbohrkunde, Bd. 6: Das Schachtbohren, Leipzig 1896. — [3] Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde u. ſ. w., S. 270. — [4] Nordenſtröm, G., Ueber ein Schachtabteufen mittels Taucherarbeit in Südſchweden, Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- u. Hüttenweſen, Wien 1894, S. 61. — [5] Löcke, Das Abteufen der Schächte II und III der Grube „Deutſcher Kaiſer“ bei Hamborn, Zeitſchr. für das Berg-, Hütten- und Salinenweſen im preußiſchen Staate, Berlin 1893, Bd. 41, S. 216. — [6] Helmhacker, Ueber das in Sibirien übliche Abteufen von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schurfſchächten im ſchwimmenden Gebirge, Berg- und Hüttenmänniſche Zeitung, Leipzig 1891, S. 87. — [7] Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde u. ſ. w., S. 279. *Treptow.*

Schachtausmauerung, ſ. Grubenmauerung.

Schachtbruch, 1. die Stelle, an welcher ein Schacht (ſ. d.) ſeine Richtung ändert. — 2. Der Zuſammenbruch eines Schachtes, dadurch herbeigeführt, daß das Gebirge von den Stößen aus, unter Zerſtörung des etwa vorhandenen Schachtausbaues (ſ. Grubenausbau), in den Schacht hineinſtürzt. *Treptow.*

Schachtdeckel, ſ. Fahren, Bd. 3, S. 577.

Schachtelfüllmaſchine, ſ. Zündwaren.

Schachtförderung. Die Schachtförderung [1] übernimmt beim Bergbaubetriebe die in wagerechter Richtung durch die Streckenförderung (ſ. d.) herbeigeſchafften Maſſen und befördert ſie in ſenkrechter oder ſtark geneigter Richtung aufwärts bis zur Tagesoberfläche oder, ſofern es ſich um Zwiſchenſchächte (ſ. Schacht) handelt, auf eine höher gelegene Sohle. Außerdem werden in den Schächten die in der Grube benötigten Materialien, namentlich für den Verſatz und den Grubenausbau, in die Tiefe befördert (gehängt). Solche Schächte, die hauptſächlich der Förderung dienen, heißen Förderſchächte; diejenigen Abteilungen, in denen die Förderung ſtattfindet, Fördertrümer.

In allen Fällen wird bei der Schachtförderung die Laſt an einem Seile befeſtigt (angeſchlagen); das andre Ende desſelben iſt auf einer Welle oder einem zylindriſchen Seilkorbe feſtgelegt; bei entſprechender Drehung der Welle wickelt ſich das Seil auf, die Laſt wird gehoben und oben abgenommen. Eine derartige Einrichtung würde eine eintrümige Förderung darſtellen; ſie wird nur ſelten angewendet; meiſtens ſind um die Welle zwei Seile im entgegengeſetzten Sinne geſchlagen, und während ſich das eine, an dem das volle Gefäß befeſtigt iſt, aufwickelt,

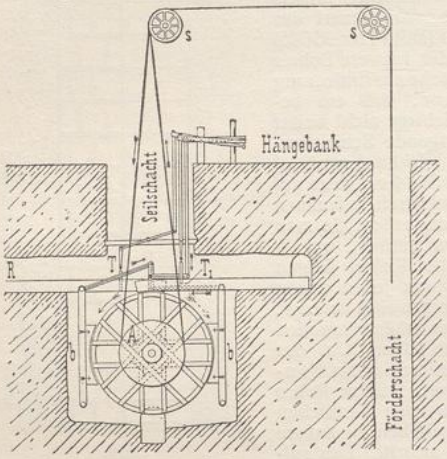


Fig. 2.

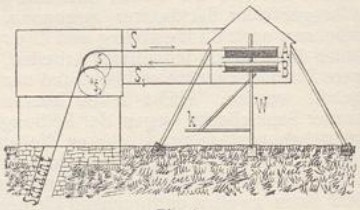


Fig. 1.



Fig. 1a.

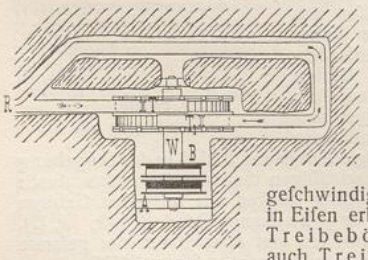


Fig. 2a.

wickelt ſich das andre ab und das leere Gefäß geht abwärts in den Schacht, ſo daß zweitrümig gefördert wird. In beiden Fällen muß die Welle der Fördermaſchine einmal rechts- und einmal linksherum gedreht werden. Die einfachſte Fördermaſchine, der Handhaſpel, ſteht gewöhnlich unmittelbar über dem Schacht; er dient nur für kleinere Tiefen und Laſten. Für größere Leiſtungen und bei Anwendung von Tier- oder Maſchinenkraft ſteht die Fördermaſchine neben dem Schacht (vgl. a. Fig. 3), die Seile S und S_1 laufen zunächſt jedes über eine oberhalb der Hängebank verlagerte Seilſcheibe s und von hier aus in den Schacht. Die Verlagerung der Seilſcheiben, die früher häufig auf dem Gebälk des Schachtgebäudes erfolgte, findet jetzt bei den großen Fördergeſchwindigkeiten (bis 15 m, ja noch mehr in der Sekunde) auf hohen, in Eiſen erbauten Gerüſten, den Seilſcheibenſtühlen, oder auf Treibeböcken ſtatt. Man ſagt nämlich ſtatt „im Schachte fördern“ auch Treiben; das über einem Förderſchachte erbaute Haus heißt auch Treibehaus.

Bei dem jetzt veralteten Pferdegöpel (Fig. 1 und 1a) wird die ſtehende Welle W, auf der die Seilkörbe A und B ſitzen, von Pferden, die an den wagerechten Kraftarm k angeſchirrt werden, in Umdrehung verſetzt; auch ſpäter, als mittels Waſſerkraft gefördert wurde, blieben die Bezeichnungen Göpel, Göpelförderung oder Waſſergöpel in Gebrauch. Uebrigens mußten auch die Waſſermotoren für Rechtsgang und Linksgang eingerichtet ſein; derartige Waſſerräder und Turbinen nennt man Kehrräder, Kehrturbinen; ſie ſind mit zwei Schaufelungen verſehen. Die Fig. 2 und 2a zeigen ein unterirdiſch eingebautes Kehrrad; die Auffchlagröſche R

teilt sich und je nachdem die Schütze T oder die andre T_1 gezogen wird, dreht sich das Rad in dem einen oder andern Sinne. Die Seile müssen von den auf der verlängerten Wasserradwelle sitzenden Seilkörben A und B zunächst durch einen besonderen Seilschacht bis über die Hängebank und dann über zwei Paar Seilscheiben s in den Förderschacht geführt werden. Zwischen den beiden Schaufelkränzen sitzt ein Bremskranz; die Bremsklötze b und auch die Schützen können von der Hängebank aus bedient werden. Bei den Kehrturbinen müssen wegen der hohen Umlaufszahlen zwischen der Turbinen- und der Seilkorbwelle starke Uebersetzungen angewendet werden. Namentlich im Hochgebirge dienen auch Wassersäulenmaschinen zur Schachtförderung. Die Dampffördermaschinen — selten noch Dampfhaspel genannt — werden immer allgemeiner angewendet, und zwar sind es in der Regel Zweizylindermaschinen mit Expansion. Die Umsteuerung wird gewöhnlich durch die Stephensonsche Kulisse bewirkt. Fig. 3 zeigt eine Dampfförderanlage; die Hängebank H ist wegen des Haldensturzes mehrere Meter über die Oberfläche erhöht (aufgesattelt). Nachdem mehrfach Versuche mit Compoundfördermaschinen durchgeführt worden waren, sind in neuester Zeit vereinzelt auch Dampffördermaschinen mit vier Zylindern als Zwillings-Tandem-Compoundmaschinen gebaut worden [2]. Ueber die elektrisch angetriebenen Fördermaschinen s. Elektrizität im Bergbau, Bd. 3, S. 405. — Die Schachtförderung in einem geschlossenen Rohre durch den Luftdruck unter Erzeugung von Luftverdünnung über dem Fördergefäße (Blanchets pneumatische Förderung) ist nur einmal in Frankreich angewendet worden. Förderseile und Seilsicherheit s. Bd. 4, S. 139. Steht die Fördermaschine aus örtlichen Gründen weit vom Schachte entfernt, so müssen die Seile zwischen den Seilkörben und Seilscheiben mehrmals durch Rollen unterstützt werden; solche Einrichtungen heißen Seiltrift.

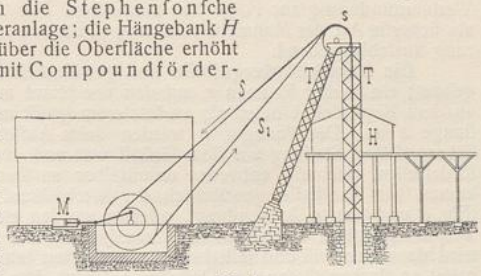


Fig. 3.

Seilgewichtsausgleichung. Eine Eigentümlichkeit der Fördermaschinen ist die sehr verschiedene Beanspruchung während eines Aufzuges infolge der steten Aenderung des Seilgewichts. Beim Beginn der Förderung ist auf der Seite des vollen Gefäßes das ganze Seilgewicht mit zu heben; auf der Seite des leeren Gestells ist kein Seilgewicht vorhanden. Während sich nun das Seil des vollen Gefäßes auf den Seilkorb aufwickelt, wickelt sich das sogenannte leere Seil ab. Bei tiefen Schächten wird das Uebergewicht auf der Seite des leeren Gefäßes am Ende der Förderung so bedeutend, daß die Fördermaschine nicht Arbeit zu verrichten hat, sondern gebremst werden muß. Unter den Mitteln, diese durch das wechselnde Seilgewicht bedingte ungleichförmige Beanspruchung auszugleichen, sind besonders zwei in der bergmännischen Praxis in Anwendung: das Unterseil und statt zylindrischer Seilkörbe die Anwendung solcher mit verschieden großen Halbmessern, der konischen Seilkörbe für Rundseile und der Bobinen für Flachseile. Das Unterseil (U in der Fig. 4) wird unten an den beiden Fördergefäßen befestigt und bildet im Schachtsumpf einen Bogen; hat es auf den laufenden Meter gleiches Gewicht wie die Förderseile S und S_1, so bleibt das Seilgewicht in beiden Trümern während der ganzen Dauer des Aufzuges das gleiche; die Seilgewichte gleichen sich ebenso wie die toten Lasten (Gewicht des Gestells und der leeren Hunde) aus und die Maschine hat gleichförmig nur die Nutzlast zu heben. Das Unterseil ist jedoch nur dann bequem, wenn die Förderung bloß aus einer Sohle stattfindet; wird von mehreren Sohlen gefördert, so müßte bei jeder Aenderung der Länge der Förderseile (Abschließen, s. Loskorb, Bd. 6, S. 229) auch die des Unterseiles geändert werden. Die Wirkung der konischen Seilkörbe und auch der Bobinen (Fig. 5) beruht darauf, daß das aufgewickelte Seil mit der kleinen Seillast vom großen Halbmesser R abläuft, dagegen das abgewickelte Seil mit der großen Seillast vom kleinen Radius r; hierdurch kann ein angenäherter Ausgleich der statischen Momente erreicht werden.

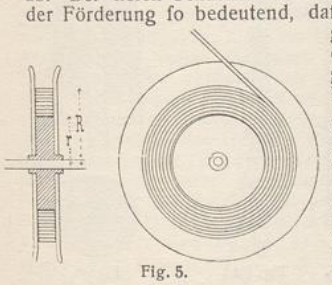


Fig. 5.

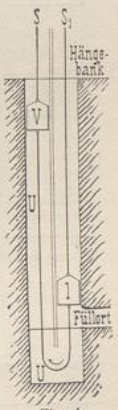


Fig. 4.

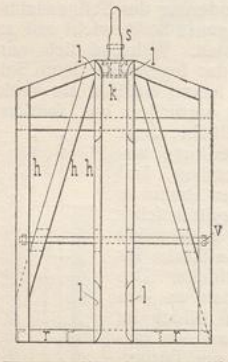
Es werden zwei wesentlich verschiedene Arten der Schachtförderung unterschieden: die Tonnen- und die Gestellförderung. Bei der ersteren werden besondere Gefäße, Tonnen, Körbe, Kübel, Schalen benutzt; daher muß beim Uebergang von der Streckenförderung, die gewöhnlich in Wagen, Hunde genannt, stattfindet, zur Schachtförderung am Füllorte und dann nochmals an der Schachtmündung (an der Hängebank) ein Umladen des Fördergutes stattfinden. Bei der Gestellförderung werden die Streckenfördergefäße am Füllorte auf das die Schachtförderung vermittelnde Fördergestell, das übrigens oft noch Förderkorb oder Förderschale genannt wird, geschoben und an der Hängebank wieder abgezogen; es fällt also hierbei das Umladen fort.

Die **Tonnenförderung** wird jetzt nur noch für kleine Verhältnisse oder für vorübergehende Zwecke, z. B. beim Schachtabteufen, angewendet. Man gibt der Tonne jetzt meistens ebenso wie den Fördergestellen (s. weiter unten) eine Führung (Leitung) im Schachte; die Tonne wird zur Entleerung entweder vom Seile gelöst und in einen besonderen Gestellwagen kippbar

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eingefetzt oder fie wird an der Hängebank (auch Stürze genannt) durch Kippen (Stürzen) entleert. Bei endgültigen Einrichtungen für Tonnenförderung heißt das Fördertrum auch Tonnenfach; in flachen Schächten laufen die Tonnen entweder mittels Rädern auf Schienen oder fie fchleifen wohl auch auf Stangen oder Brettern, die am Liegenden der Schächte eingebaut find und Tonnung heißen; die einzelnen aneinander ftoßenden Stangenlängen werden Tonnenfelder genannt. Für leiftungsfähige Anlagen ift zurzeit überall die Geftellförderung in fenkrechten Schächten eingeführt. Der Aufenthalt beim Auffchieben der vollen und Abziehen der leeren Hunde am Füllort (Anfchlagen, f. d.) und bei dem umgekehrten Vorgange an der Hängebank (Abnehmen) ift wefentlich kleiner als beim Füllen und Entleeren der Tonnen; auch wird die beim Umladen unvermeidliche Zerkleinerung, die z. B. für weiche Kohle eine erhebliche Wertverminderung zur Folge hat, vermieden. Für tiefe Schächte ift die Benutzung der Geftelle als ficherfte Art der Mannfchaftsfahrung (f. Fahren, Bd. 3, S. 576) gegenüber der Tonnenförderung ausfchlaggebend.

Die **Schachtfördergeftelle** find gewöhnlich in der durch Fig. 6 veranfchaulichten Weife gebaut; ein ftarker Rahmen *r*, auf den der Hund zu ftehen kommt, ift mittels Hängeftangen *h* an dem Kopfftück *k* befeftigt; an letzterem greift unter Einfchaltung einer Feder *f* die Königsftange *s* an. Die Vorleger *v* werden beim Auffchieben des Hundes zurückgefchlagen und fichern deffen Stellung auf dem Geftell während der Förderung. Die Befeftigung des Schachtförderfeiles gefchieht entweder unmittelbar an der Königsftange mittels Seilbund und zwar kommt für Rundfeile gewöhnlich der Wickelbund (Fig. 7), für Flachfeile der Zwingenbund (Fig. 8 und 8a) in Anwendung, oder es werden einige Kettenglieder, die Schurzkette, mittels Verbindungsglied eingefchaltet. Zuweilen kommt auch die Königsftange in Wegfall und es wird dann der Seilbund mittels mehrerer Ketten (eine Kette, die fich in zwei teilt, heißt Zwiefelkette) an ftarken Oefen des Geftelles befeftigt. Die Verbindung zwifchen Seil und Geftell heißt auch Quenzeleinrichtung. Die Baumannfche Seilklemme (Fig. 9) geftattet eine Verbindung des Geftelles mit dem Seile ohne Seilbund; das Seil wird durch drei entfprechend ausgefräfte Meffingbacken gefaßt, die von einer konifchen Büchfe aufgenommen werden; der obere Rand der letzteren legt fich, gewöhnlich unter Zwifchenfchaltung einer ftarken Feder, um beim Anheben eine allmähliche Beanfpruchung des Seiles herbeizuführen, gegen das Kopf-



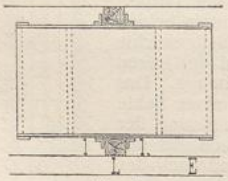


Fig. 6.

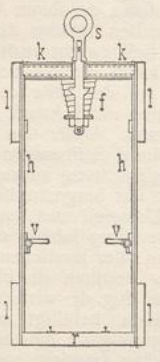


Fig. 6a.

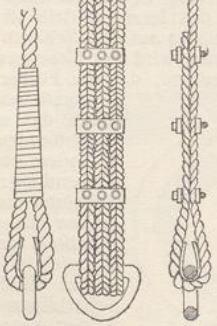


Fig. 7 Fig. 8. Fig. 8a.

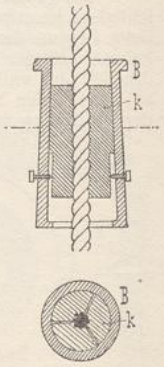


Fig. 9.

ftück des Geftelles. Die Schachtleitungen *L* in Fig. 6, an denen die Geftelle mittels der Leitfchuhe *l* geführt werden, find an den Schachteinftrichen (vgl. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 651) befeftigt, fie beftehen entweder aus Holz (Leitbäume) oder aus eifernen Kopfichienen, im letzteren Falle umfaffen die Leitfchuhe den Schienenkopf. Die Schachtfördergeftelle find entweder, wie in Fig. 6, zur Aufnahme eines oder aber mehrerer Hunde eingerichtet; bei engen Schächten ftehen die einzelnen Hunde auf ebenfoviel Böden untereinander (bis zu 10 Böden), bei weiteren Schächten ftehen zwei, felbft vier Hunde auf demfelben Boden, auch kommen mehrbödige Geftelle vor, bei denen auf jedem Boden mehrere Hunde ftehen. Findet Mannfchaftsfahrung auf dem Geftell ftatt, fo ift häufig eine Fangvorrichtung (f. Bd. 3, S. 601) angebracht. Fangvorrichtungen an Tonnen (Tonnenfangvorrichtungen) ftehen nur felten in Benutzung.

Plattenboden. Am Füllort und an der Hängebank ift zum Auswechfeln der Hunde eine größere Beweglichkeit derfelben nötig. Bezeichnet in Fig. 10 *V* das Gleis, auf dem die vollen Hunde zum Schachte kommen, und *l* das Gleis für den Rückweg der leeren Hunde, fo müffen unmittelbar am Schacht die vollen Hunde in der Richtung der ausgezogenen Pfeile, die leeren in der Richtung der geftrichelten bewegt werden. Da das Verlegen entfprechender Gleife umftändlich wäre, fo bildet man aus Keffelblechen, die auf hölzernes Schwellwerk verlegt werden, einen Plattenboden. Die Zeit für die Abfertigung eines Geftelles wird erheblich vermindert, wenn man auf beiden Seiten des Schachtes Platz fchafft, um die vollen Hunde von der einen Seite aufzufchieben und die leeren nach der andern Seite abzuziehen (Durchftoßen der Hunde). Man bringt

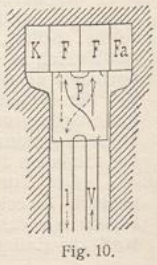


Fig. 10.

letztere am Schachte vorbei auf das Streckengleis für die leeren Hunde und es sind auf beiden Seiten des Schachtes Plattenböden verlegt.

Auffetzvorrichtung. Während des Auswechfelns der Hunde läßt man die Geftelle nicht am Seil hängen, fondern man fetzt fie auf Unterlagen auf, fo daß die Seile entlaftet find. Hierdurch erreicht man erftens, daß die Seile den Stößen beim Auffchieben und Abziehen der Hunde nicht ausgefetzt find, alfo gefchont werden; ferner aber ift es bei der Elaftizität der Seile nur fo möglich, daß die Geftelle immer genau in gleicher Höhe mit den Plattenböden ftehen. An den Füllörtern kann man die Geftelle auf über den Schacht gelegte Hölzer oder Schienen auffetzen laffen, diefes Verfahren würde an der Hängebank umftändlich fein, da der Schacht, wenn das Geftell heraufkommt und nachdem es bedient ift, für deffen Durchgang frei fein muß, die übergelegten Hölzer alfo jedesmal wieder weggenommen werden müßten. Daher bedient man fich an den Hängebänken befonderer Auffetzvorrichtungen, auch Wangen, Klinken oder Stützen und nach dem Englifchen „caps“ genannt. In der älteren Form (Fig. 11) fitzen auf zwei beiderfeits nahe unter der Hängebank verlagerten Wellen je zwei Hebel s und s_1, auf den über die Trumbreite hinaus verlängerten Wellen find die Handhebel h und außerdem kleinere Hebel befeftigt, die durch die Zugftange z verbunden find. In Fig. 11 fteht das Geftell auf den Stützen; ift es abgefertigt und foll es in den Schacht niedergelaffen werden, fo muß es zunächft ein wenig angehoben werden; der Handhebel h wird in der Pfeilrichtung gedreht, die Stützen machen dadurch den Schacht frei und das Geftell kann abwärts gehen. Die neueren Auffetzvorrichtungen find fo angeordnet, daß die Stützen nach Löfung einer Feftftellung unter dem Geftellgewicht feitlich ausweichen, fo daß das Abheben des Geftelles fortfällt; z. B. die Schachtfalle von Haniel und Lueg, D.R.P. Nr. 34469.

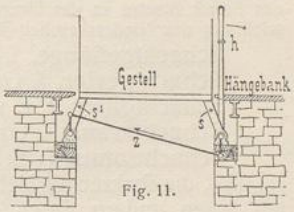


Fig. 11.

Schachtverfchlüffe. Nicht felten werden Unglücksfälle dadurch veranlaßt, daß die Leute an der Hängebank aus Gedankenlofigkeit einen Hund in das falfche Fördertrum fchieben. Diefer ftürzt dann in den Schacht und reißt fogar den Mann, wenn er ihn zu halten fucht, mit fich. Am ficherften wird dem durch den Einbau von Schachtverfchlüffen (Schachtgitter, -abfperrung) vorgebeugt; es find in der einfachften Form leichte Eifengitter, die durch das ankommende Geftell in Führungen angehoben und durch das abwärtsgehende Geftell wieder niedergelaffen werden.

Signalvorrichtungen. In einigermaßen tiefen Schächten ift die Verftändigung zwifchen Füllort und Hängebank und bei großen Anlagen auch zwifchen der Hängebank und dem Mafchinenwärter durch bloßen Zuruf nicht mehr möglich; es find dann Glockenzüge, elektrifche Signale, Sprachrohre oder in neueftер Zeit Telephone eingebaut. Tafeln mit der Erklärung der verabredeten Signale, z. B. bei Glockenfignal: 1 Schlag Halt, 2 Schlag Niederlaffen, 3 Schlag Aufholen des vollen Geftelles, 4 Schlag Aufholen von Mannfchaft u. f. w., find angebracht. Unter Schauer verfteht man ein fortgefetztes Läuten, das zuweilen beim Signalgeben mit angewendet wird. Findet Mannfchaftsfahrung auf den Geftellen ftatt, fo müffen die Signale auch von den in Bewegung befindlichen Geftellen aus leicht gegeben werden können. Außerdem gibt gewöhnlich das Geftell, welches fich der Hängebank nähert, dem Mafchinenwärter ein befonderes Signal (Wächterfignal) durch einen Klingelzug oder Schluß eines elektrifchen Kontaktes, um daran zu mahnen, daß die Fördergefchwindigkeit verlangfamt werden muß. Ferner ift bei der Mafchine in verkleinertem Maßftabe die gegenfeitige Tiefenlage der einzelnen Sohlen (beim Gangbergbau zuweilen etwa 10) überfichtlich angegeben. Diefe Einrichtung heißt Tiefen- oder Teufenzeiger, Gefäßftands- oder Tonnenftandszeiger, im Oberharz Weiszeug (von weifen). Auf demfelben bewegen fich, von der Mafchine angetrieben, mit entfprechend verringerter Gefchwindigkeit zwei Marken, welche dem Mafchinenwärter die Stellung der Fördergefäße im Schachte bezeichnen.

Zuhochtreiben. Trotz des Wächterfignals und des Tiefenzeigers kommt es vor, daß die Gefchwindigkeit der Mafchine nicht zeitig genug gemäßigt wird und daß ein Geftell zu hoch über die Hängebank hinaufgetrieben wird. Im fchlimmften Falle würde dasfelbe gegen die Seilfcheibe ftoßen, das Seil würde reißen, und wenn die Fangvorrichtung nicht wirkt, würde das Geftell in den Schacht ftürzen. Aber auch fchon durch das bloße Anrennen an die Seilfcheibe können Verletzungen von Mannfchaft fowohl auf dem aufgehenden als auch auf dem niedergehenden Geftell eintreten, denn diefes ftößt hart auf die Auffetzvorrichtung auf. Es ift deshalb notwendig, gegen das Zuhochtreiben der Geftelle Vorkehrungen zu treffen. Diefe find in verfchiedenen brauchbaren Formen vorhanden, während Einrichtungen, um das Aufftauchen der Fördergefäße am Füllorte zu verhindern, fich erft im Verfuchsftadium befinden. Zu den einfachften Mitteln gegen das Zuhochtreiben gehört die Verftärkung der Leitungen über der Hängebank, fo daß an den Leitfchuhen eine Bremfung des zu hoch getriebenen Geftelles ausgeübt wird. Oder es wird durch das zu hoch aufgeholte Geftell zunächft mittels Hebel- und Kettenübertragung der Dampf von der Fördermafchine abgeftellt und diefe dann gebremft. Diefe Mittel reichen aus, fofern das Geftell mit geringer Gefchwindigkeit durch die Hängebank geht; fie verfagen jedoch, wenn hierbei die Fördergefchwindigkeit eine große ift. In diefem Falle müßte eine Bremfung der Fördermafchine bereits herbeigeführt werden, wenn das Geftell fich der Hängebank nähert. Von diefen Vorrichtungen dürfte diejenige von Baumann [3] die zurzeit gebräuchlichfte fein. Der Apparat bremft die Fördermafchine unter der Einwirkung eines Schwungregulators entfprechend jeder Fördergefchwindigkeit zeitig genug, um das Anrennen an die Seilfcheiben zu verhindern.

Ein andres Mittel, um ein Zuhochtreiben unfchädlich zu machen, find die Auslöfevorrichtungen. Die Verbindung zwifchen Seilbund und Geftell ift durch ein fcherenartiges

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Glied hergeſtellt, die beiden Teile greifen ineinander und ein Oeffnen wird durch vorgeſteckte Stifte verhindert. Falls das Geſtell zu hoch getrieben wird, geht die Auslöſevorrichtung durch einen unter den Seilſcheiben verlagerten Ring; hierbei öffnet ſich die Schere, indem die Stifte durch Abſcherung zerſtört werden, Seil und Gerüſt werden frei. Damit letzteres nicht in den Schacht ſtürzt, fängt die geöffnete Schere ſich ſelbſt und das Geſtell an dem Ringe, oder es ſind in entſprechendem Abſtande von den Seilſcheiben unter Federwirkung ſtehende Fangbacken eingebaut, die das Geſtell beim Durchgange zur Seite drückt und auf die es nach der Auslöſung auffetzt.

Literatur: [1] Treptow, Emil, Grundzüge der Bergbaukunde u. f. w., 4. Aufl., 1907; Hauer, J. v., Die Fördermaſchinen der Bergwerke, 3. Aufl., Leipzig 1885. — [2] Der Steinkohlenbergbau des Preuß. Staates in der Umgebung von Saarbrücken, 3. Teil, Tafel 4 und 5. — [3] Die Entwicklung des Niederrheiniſch-Weſtfäliſchen Steinkohlenbergbaus, Bd. 5, S. 444. *Treptow.*

Schachtgeſtänge, f. Kraftübertragung im Bergbau, Bd. 5, S. 657.

Schachtgevier, f. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 653.

Schachtgitter, f. v. w. Schachtverſchluß, f. Schachtförderung.

Schachtkranz, f. Grubenausbau, eiſerner.

Schachtlotung (vgl. Anſchlußmeſſung und Orientierungsmeſſung [1], [2]), die ſenkrechte Uebertragung von Punkten aus einem Vermeſſungshorizont auf einen andern durch einen ſeigeren Schacht zum Zwecke des Zuſammenſchluſſes der Meſſungen in den verſchiedenen Abbauſohlen eines Bergwerks untereinander und des Anſchluſſes dieſer Grubenmeſſungen an das Vermeſſungsſyſtem auf der Erdoberfläche.

Die Ablotung geſchieht auf mechaniſche Art durch frei hängende Lote, ſelten auf optiſchem Wege. Man hat ſcharf darauf zu achten, daß die Lotdrähte nirgends anliegen. Einen erſten Anhalt ergibt die Schwingungszeit t in Sekunden in bezug auf die in Metern genommene Lotlänge l durch die Näherungsformel $t = \sqrt{l}$; die weitere Prüfung darauf, ob die Lote frei hängen, geſchieht durch Befahrung des Schachtes und Ableuchten des Lotdrahtes. Bei mehr als einem Lote in einem Schachte wird man oben und unten genau die Entfernung der Lotdrähte voneinander meſſen; hierbei würde ſich auch eine Ablenkung eiſerner Lotkörper durch polarmagnetiſch gewordene Eiſenſchienen im Schachte zeigen. Die Lotkörper hängt man an Meſſing-, Stahl- oder Phosphorbronzedraht auf. In tiefen und naſſen Schächten und bei Wetterzug kommen die Lote nie zur Ruhe; man verſucht die Ruhelage auf verſchiedene Art feſtzuſtellen. Der Wetterzug iſt bei wichtigeren Schachtlotungen abzuſtellen, da er die Lotrichtung einſeitig beeinflußt und ablenkt. Die Störungen durch das abtropfende Waſſer, das auf den Schachteinbau fällt und dann gegen den Lotdraht ſpritzt, ſucht man dadurch zu beſeitigen, daß man die Lote möglichſt beruhigt und aus den ſich noch zeigenden Schwingungen die Ruhelage beſtimmt. Zur Beruhigung der Lote nimmt man ſchwere Lotkörper, hängt ſie in einen Kübel mit Waſſer ein, übergießt das Waſſer mit Oel und deckt den Kübel gegen das Tropfwaſſer gut ab; wenn nötig, verſieht man die Lotkörper noch mit ſenkrecht ſtehenden Flügelſchaufeln, die im Waſſer eine gute Dämpfung abgeben. Mit dieſer Vorrichtung können die Lote ſo weit beruhigt werden, daß man die Ruhelage mit dem im feſten Anſchlußpunkte aufgeſtellten Theodolitfernrohr entweder unmittelbar bekommen oder ſie aus einer Reihe von Beobachtungen ableiten kann. Letzteres geſchieht durch eine Okularſkala im Theodolitfernrohr oder aber durch Ableſung einer Reihe von Ausſchlägen an einer hinter dem Lotdrahte horizontal und ſenkrecht zur Viſur aufgeſtellten Skala. Junge-Freiberg hat einen Zentrierteller konſtruiert [2], in welchem der Lotdraht ſchwingt und auf dem eine Skala hinter dem Drahte aufgeſteckt werden kann; rechtwinklig zur erſten Skala kann auf dem Zentrierteller eine zweite Skala aufgeſteckt werden, ſo daß die Ruhelage auch in einer zur erſten ſenkrechten Ebene beſtimmt werden kann, entweder durch ein Fernrohr in einem zweiten Standpunkte, oder durch Spiegelung vom erſten Standpunkte aus. Das Lot läßt man dabei entweder frei ſchwingen oder man gibt ihm eine Dämpfung. Max Schmidt-Freiberg hat das Verfahren weſentlich verbeſſert durch Einführung der Methode der fixierten Lote [3], [4]. Er hat in den Zentrierteller ein Mittelſtück eingefügt, das durch Schrauben parallel zu den aufgeſteckten Skalen verſchoben werden kann. Dieſes Mittelſtück hat eine vertikale feine Bohrung, durch welche der Lotdraht durchgeſteckt wird. Iſt nun die Ruhelage des Lotes durch Schwingungen in zwei zueinander ſenkrechten Ebenen ermittelt, ſo wird das Mittelſtück mit dem Lotdrahte in dieſe Ruhelage geſchoben und dort feſtgeſchraubt.

Eine photographiſche Beſtimmung der Ruhelage des Lotes ſtammt von Fuhrmann-Berlin [5]. Das Lot hat zentral eine Bohrung; in dieſer iſt eine Lichtquelle untergebracht, welche nach unten zu leuchtet. Unter dem Lote befeſtigt man im Schachte horizontal einen Rahmen, in den auswechſelbares, lichtempfindliches Papier eingeſpannt iſt. Man läßt das Lot in verſchiedenen Ebenen je einmal hin und her ſchwingen. Dabei zeichnet der Lichtpunkt je zwei Linien auf, die Teile flacher ellipſenförmiger Kurven ſind; dieſe Linien werden dadurch ſichtbar gemacht, daß man das photographiſche Papier im feſtgeſtellten Rahmen entwickelt. Der Mittelpunkt der Kurven entſpricht dem Lotpunkte, man ſticht ihn auf die Grundplatte des Rahmens durch. Das Verfahren wird mit ausgewechſeltem Papier nach Bedarf wiederholt; zuletzt wählt man die Ruhelage aus allen Durchſtichpunkten auf der Grundplatte des Rahmens aus.

Ein optiſches Verfahren der Schachtlotung wurde von Stampfer-Wien eingeführt und durch Nagel-Dresden verbeſſert [4]. Es gründet ſich auf den Gedanken, das mechaniſche Lot durch den Schnitt zweier ſich rechtwinklig kreuzender vertikaler Viſierebenen zu erſetzen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Als Lotungsinſtrument dient ein Paſſageninſtrument, das vertikal nach unten gerichtete Viſuren zu nehmen geſtattet. Wegen der geringen Durchſichtigkeit der Luft in tiefen Schächten und der Unſicherheit in der Vertikalſtellung des Ablotefernrohrs hat das optiſche Verfahren indeſſen keine allgemeine Verbreitung gefunden.

Literatur: [1] Brathuhn, Lehrb. d. Markſcheidekunſt, 4. Aufl., Leipzig 1908. — [2] Uhlich, Lehrb. d. Markſcheidekunde, Freiberg 1901. — [3] Schmidt, M., Das Problem der Schachtlotung und ſeine Löſung mit ſchwingenden Loten, Sächſ. Jahrb. f. Berg- u. Hüttenw., Freiberg 1882. — [4] Derſ., Die Methoden der unterirdiſchen Orientierung und ihre Entwicklung ſeit 2000 Jahren, Populäre Schriften der Urania zu Berlin, Nr. 15, 1892. — [5] Fuhrmann, Photographiſcher Lotapparat, Mitt. a. d. Markſcheiderweſen, Neue Folge, Heft 3, Freiberg 1901. *Haußmann.*

Schachtmauerung, ſ. Grubenmauerung.

Schachtmeſſung (vgl. a. Schachtlotung, Anſchlußmeſſung [1], [2]). Im weiteren Sinne verſteht man unter Schachtmeſſungen alle Meſſungen im Schachte zum Zuſammenſchluſſe der Meſſungen auf verſchiedenen Sohlen und deren Anſchluß an die Tagesmeſſung. Im engeren und eigentlichen Sinne bezeichnet man mit Schachtmeſſung die Schachtteufenmeſſung zur Beſtimmung der Höhenunterſchiede der verſchiedenen Abbauſohlen und damit zur Feſtlegung der Meereshöhe der Feſtpunkte in den verſchiedenen Sohlen einer Tiefbauanlage.

Zur Schachtteufenmeſſung verwendet man Meßdrähte, die man über ein Meßrad gehen läßt, oder die man durch Abſchnüren beim Aufziehen ſtückweiſe mißt. Meiſt jedoch verwendet man das Stahlmeßband. Man ſchlägt in die Schachtzimmerung ſenkrecht untereinander, innerhalb Meßbandlänge, Nägel ein und mißt mit dem Bande von Nagel zu Nagel. Zur Vereinfachung des etwas umſtändlichen Verfahrens benutzt man neuerdings beſondere Schachtmeßbänder von beträchtlicher, bis zu mehreren hundert Metern Länge. Für genauere Meſſungen hat man dann außer dem Temperatureinfluſſe auch die Längung der Stahlbänder durch Eigengewicht zu berückſichtigen [3].

Literatur: [1] Brathuhn, Lehrb. d. Markſcheidekunſt, 4. Aufl., Leipzig 1908. — [2] Uhlich, Lehrb. d. Markſcheidekunde, Freiberg 1901. — [3] Haußmann, Beiträge zur Theorie des Stahlmeßbandes, Mitt. a. d. Markſcheiderweſen, Neue Folge, Heft 4, Freiberg 1902. *Haußmann.*

Schachtöfen, im Hüttenweſen Oefen von erheblich größerem Aufriß als der Grundriß, in denen die Gasſtröme ſich in auffteigender Richtung bewegen. Vgl. Oefen für techniſche Zwecke, Blei, Flußeiſen, Kupfer, Roheiſen. *Beckert.*

Schachtricht, ſ. Sinkwerksbau.

Schachtrolle, ein Vorratsraum für die zu fördernden Maſſen unter der Streckenſohle in unmittelbarer Nähe des Schachtes. In die Schachtrolle werden die Streckenfördergefäße entleert und aus derſelben die Schachtfördergefäße gefüllt. Namentlich da, wo beim Gangbergbau aus einer größeren Anzahl von Sohlen zu fördern iſt, werden Schachtrollen angelegt, um Strecken- und Schachtförderung (ſ. d.) voneinander unabhängig zu machen. *Treptow.*

Schachtſchleuſe, eine Kammerſchleuſe (ſ. d.) mit großem Höhenunterſchiede zwiſchen den Waſſerſpiegeln der oberen und unteren Kanalhaltung. Sie erſetzt entweder eine Anzahl durch kurze Haltungen voneinander getrennter Kammerſchleuſen, die bei alten Kanälen je ca. 2,5 m Gefälle überwinden, oder vertritt vorteilhaft die Stelle einer Kuppelſchleuſe (ſ. d.). In der Regel gehört zur Schachtſchleuſe eine derartige Tiefe, daß das Unterhaupt überwölbt werden kann, wobei dann das Schiff wie durch einen Tunnel oder Durchlaß zur oder von der unteren Haltung fährt.

Der große Nutzen, den man durch Anordnung von Schachtſchleuſen erreicht, beſteht in der Gewinnung möglichſt langer Haltungen und dadurch Verringerung der Aufenthalte bezw. Zeitverluſte, welche an den Schleuſen ſonſt vorkommen; der Nachteil des größeren Waſſerverbrauchs derſelben läßt ſich durch Anlage von Sparbaſſins größtenteils vermeiden. Die große Gefällshöhe der Schachtſchleuſen bedingt eine längere Schleuſungsdauer (Füllen bezw. Entleeren) und in weiterer Folge auch eine geringere Leiſtungsfähigkeit der Schleuſe. Schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts (1748—55) wurde in Schweden von Polhem eine Schachtſchleuſe mit 17,56 m Gefälle erbaut, die aber noch vor ihrer Inbetriebſetzung durch ein Hochwaſſer zerſtört worden iſt. Bisher beſtand nur eine Ausführung: zu La Villette bei Paris im Kanal St. Denis (Fig. 1—3), wobei zwei verſchieden große Schleuſen (Fig. 1) von je 9,92 m Gefälle nebeneinander hergeſtellt ſind; die größere hat 54 m Länge und 8,2 m Torbreite, die kleinere 38,5 bezw. 5,2 m. Der Längsſchnitt iſt aus Fig. 2, die Querſchnitte ſind aus Fig. 3 erſichtlich. *a* iſt die Fahrtöffnung im Unterhaupte von 5,3 m lichter Höhe. Zwiſchen beiden Schleuſenkammern befinden ſich die Sparbaſſins, und zwar *c* für I und *c'* für II; bei ganzer Waſſerfüllung nehmen die Sparbecken je ein Drittel der zugehörigen Schleuſenfüllung auf, und es beträgt daher die Erſparnis an Schleuſungswaſſer 33%. Das Tor im Unterhaupte (Fig. 2) iſt als einflügeliges Drehtor konſtruiert, welches am unteren und am oberen Rande je einen Anſchlag hat. Das Mißliche dieſer Art des Abſchluſſes beſteht darin, daß eine beträchtliche Länge der Schleuſenkammer (als Torkammer) für die Bewegung des Tores gebraucht wird, ſomit der eigentlichen

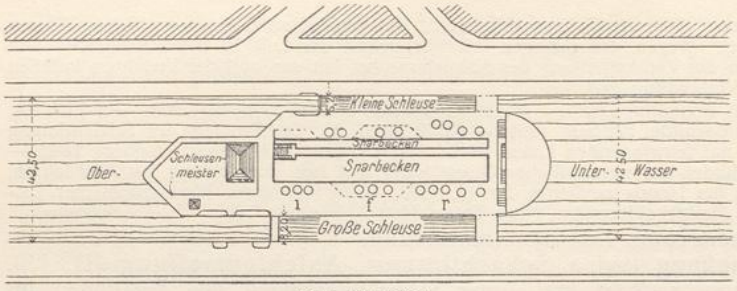


Fig. 1 (Grundriß)

Schiffsſchleuſung nicht dienſtbar iſt. Das Füllen ſowie das Entleeren der Schleuſe erfolgt in normaler Weiſe wie bei Sparſchleuſen. *i* und *r* (Fig. 1) ſind Zylinderventile zum Füllen bezw. Entleeren der Kammer, *f* die Zylinderventile für die Sparbecken und *d* (Fig. 3) der Umlaufkanal. Außerdem iſt in der Schleuſenmauer ein Kanal ausgeſpart, der das Oberwaſſer einer Turbine zum Bewegen der Tore zuführt [1], [2]. Eine weitere Schachtſchleuſe — jedoch nicht gleichzeitig als Sparſchleuſe ausgebildet — iſt im Jahre 1905 bei Horin, an der Ausmündung des 10 km langen Lateralkanales Wranan-Horin in die Elbe, zur Ausführung gelangt. Die Anlage beſteht aus zwei nebeneinander angeordneten Schleuſen, von denen die kleinere 73 m lang und 11 m breit iſt, die größere eine Länge von 137,5 m und eine Breite von 20 m aufweiſt. Die kleinere Kammer iſt für einen großen Elbekahn nebſt Remorqueur berechnet, während die größere Kammer zum Durchſchleuſen von vier großen Elbekähnen nebſt Remorqueur dient. Das Gefälle der Schleuſen beträgt bei normal geſtautem Waſſer im oberen und unteren Kanal 8,9 m, bei äußerſt niedrigem Elbewaſſerſtand (Unterwaſſer) 10,7—10,9 m. Im Oberhaupte ſind die Tore der Schleuſen als Stemmtore, im Unterhaupte als Schlagtore (zweiflügelige Drehtore), die ſich oben und unten anlehnen, ausgebildet. Die Umlaufkanäle ſind gegen das Oberwaſſer durch Horizontalſchützen, Syſtem Mayer, und gegen das Unterwaſſer durch Segmentſchützen (ſ. Kammerſchleuſe) abſperrbar. Zur Füllung erfordert die kleine Schleuſe eine Zeit von $5^1/_2$ Minuten, die größere eine ſolche von 15 Minuten [5]

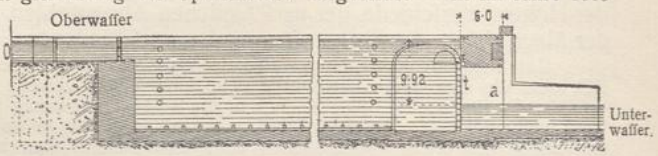


Fig. 2 (Längsſchnitt).

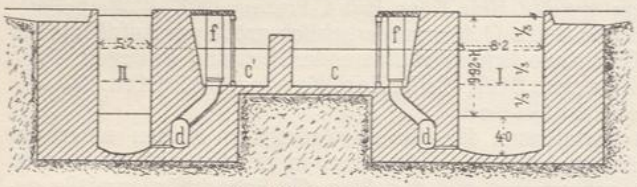


Fig. 3 (Querſchnitt).

Ein Projekt für eine Schachtſchleuſe von 20 m Gefälle rührt von Fontaine her [3], wovon Fig. 4 die Konſtruktion des Unterhauptes mit der Stirnmauer *m* darſtellt. Das Untertor erſcheint als Hubtor ausgebildet, indem es nur vertikal auf und ab bewegt wird; auf dieſe Art iſt die ganze Kammerlänge bis zur Torfläche ausnutzbar. Behufs leichter Bewegung des Tores iſt es mittels zweier Ketten *k* und der Rollen *l* an ein Gegengewicht *p* gehängt; dieſes wird durch die Rohrleitung *v* aus der gefüllten Kammer zum Teil noch mit Waſſerballaſt verſehen, ſo daß dann das Tor infolge des Uebergewichtes von *p* ſelbſttätig ſich hebt. In der tiefſten Stellung von *p* kann man hingegen durch Auslaſſen desſelben Ballaſtwaſſers bewirken, daß das Tor ſelbſttätig abwärts ſinkt.

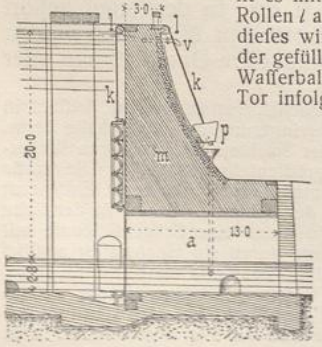


Fig. 4.

Im Jahre 1903 ſind anläßlich des von der öſterreichiſchen Regierung ausgeſchriebenen internationalen Wettbewerbes für ein Kanalſchiffshebewerk einige Projekte von Schachtſchleuſen entſtanden, bei denen gleichzeitig der Waſſerverbrauch entweder zum größten Teile oder gänzlich hintangehalten werden ſoll. Als erſtes ſei der Entwurf für eine Schleuſe von 67 m Länge, 9 m Breite und 12 m Gefälle erwähnt, welche auf dem Syſtem der Verdrängungsſchwimmer nach Schnapp von Gerſtenbergk beruht. Das Prinzip dieſes Syſtems beſteht darin, daß ſich in einer entſprechend erweiterten Schleuſenkammer ein im Gleichgewichte befindlicher eiſerner Schwimmer *S* (Fig. 5, Schema der Schleuſe) auf und ab bewegt. Dieſe Bewegung

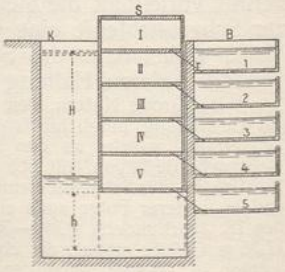


Fig. 5.

wird dadurch verurſacht, daß man das in den Schwimmerkammern I—V befindliche Waſſer durch Verbindungsrohre *r* in entſprechende Seitenbecken *B* überfließen läßt und dadurch den Schwimmer entlaſtet, oder daß man umgekehrt Waſſer aus den Seitenbecken 1—5 in die Kammern des Schwimmers hinüberleitet und dieſen dadurch ſtärker belaſtet. Im erſteren Falle taucht der Schwimmkörper aus dem Waſſer heraus und bewirkt ein Sinken des Waſſerſpiegels in der Schleuſenkammer *K*; im zweiten Falle taucht er tiefer ein und hebt dadurch den Waſſerſtand der Kammer. Da die Grundfläche des Schwimmers größer als die nutzbare Schleuſenfläche iſt, ſo braucht die lotrechte Schwimmerbewegung *h* nur einen beſtimmten Teil der zu überwindenden Höhendifferenz *H* zu betragen. Die Schleuſe iſt als ein Bauwerk in Betoneiſen konſtruiert gedacht. Die Ganghöhe des Schwimmers iſt 7,24 m, ſeine äußere Grundrißfläche ca. 1200 qm. Die Schleuſenkammer iſt gegen die untere Haltung durch ein Hubtor mit Gegengewichten, gegen die obere durch ein Klapptor abgeſchloſſen. Der Waſſerverbrauch für eine Hebung beträgt ebenſoviel wie für eine Senkung, nämlich 162,6 cbm. Die geſamte Schleuſungsdauer wird mit 43,5 Minuten angegeben.

Ein weiterer Entwurf einer Schachtſchleuſe von gleichen Längen- und Breitendimenſionen wie die vorgenannte Schleuſe, aber für 35,9 m Gefälle, rührt von den Ingenieuren Spitzer, Schnell, Schuſter und Nowak — ſämtliche in Wien — her. Dieſe Schleuſe (Fig. 6 und 7) beſitzt 18 beiderſeits der Kammer *S* übereinander angeordnete Seitenbecken *z*, von denen 17 als Sparbecken wirkſam und durch Querwände *b* in je 4 Zellen (zuſammen 136 Zellen) geteilt ſind. Jede Zelle enthält einen durch Treppen zugänglichen Schacht *K* (insgeſamt acht), in welchem die Zylinderventile untergebracht ſind, welche den Zu- und Abfluß des Waſſers aus den Sparbecken in den Schleuſenſchacht und umgekehrt regeln. Bei jeder Förderung geht eine Waſſermenge gleich den zwei unterſten Kammerſtockwerken (die Kammer iſt in 19 Stockwerke geteilt gedacht) aus der oberen in die untere Haltung über, und das Waſſer der einen Etage wird, wenn deſſen Verbrauch vermieden werden ſoll, durch Pumpen in die oberſte Zellenetage wieder hochgehoben. Findet dieſe Hebung des Waſſers nicht ſtatt, ſo ſollen die oberſte Reſervoire während der ganzen Dauer einer Schleuſung aus der oberen Haltung gefüllt und hierdurch die Schwankungen des Kanalwaſſerſtandes in der letzteren gemildert werden. An der Stirnſeite der Schleuſe iſt endlich ein Anbau *C* angefügt, der gleich dem Hauptbau in Zellen abgeteilt iſt und als Reſerve dient bezw. ohne Betriebsſtörung die Funktion einer jeden Gruppe von Zellen ſowie jeder einzelnen Zelle des Hauptbaues übernehmen kann. Die Zellenmauern *A* und *B* ſind über dem Schachte behufs beſſerer Sicherung gegen den Winddruck durch Querverbindungen *Q* verbunden. Die Schachtſchleuſe iſt ihrer baulichen Anlage nach zum größten Teile in armiertem Beton ausgeführt. Das obere Tor iſt als Klapptor, das untere als Hubtor ausgebildet. Die Bewegung beider Tore erfolgt durch Druckwaſſer, ebenſo die automatiſche Betätigung der Zylinderſchützen. Für eine Doppelfahrt (Hebung und Senkung ſamt Ein- und Ausfahrt der Schiffe) wird eine Zeitdauer von 34 Minuten angegeben.

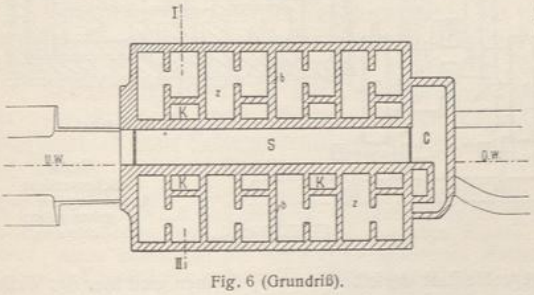


Fig. 6 (Grundriß).

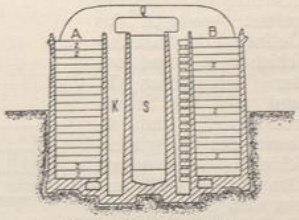


Fig. 7 (Querſchnitt I—II).

Schließlich wird auf das Projekt einer Schachtſchleuſenanlage von wiederum 68 m Länge, 9 m Breite und 35,9 m Gefälle, welches die Ingenieure Karl und Ignaz Pollak in Wien zu Verfaſſern hat, hingewieſen. Es wurden hier nämlich zum erſtenmal zwei hintereinander angeordnete Schachtſchleuſen von je 17,95 m Gefälle gekuppelt und für deren gemeinſchaftlichen Betrieb, behufs Erſparung des geſamten Schleuſungswaſſers, an die Anwendung komprimierter Luft gedacht. Das Prinzip beſteht in folgendem: Zu beiden Seiten des Kammerſchachtes einer Schleuſe ſind ſymmetriſch Seitenkammern in Etagen übereinander angeordnet und luft- und waſſerdicht hergeſtellt. Der Geſamtinhalt der Seitenkammern entſpricht einer ganzen Schleuſenkammerfüllung. Die Füllung der Seitenbecken erfolgt durch Gravitation, während ihre Entleerung durch die Einwirkung von Druckluft ſtattfindet, und zwar mit einem Arbeitsaufwande, der nur der Hebung eines Seitenbeckeninhaltes in die zugehörige Schleuſenetage entſpricht. Die für die erſte Seitenkammer erzeugte Druckluft gelangt in den folgenden zur Wiederverwendung und wird — beim Betriebe einer Schleuſe — zum Schluſſe in Behältern für die nächſte Schleuſung aufgeſpeichert. Bei gleichzeitigem Betriebe zweier gleicher Schleuſen läßt ſich durch Kupplung derſelben der Arbeitsaufwand für eine jede Schleuſe noch auf die Hälfte des obengenannten reduzieren. Die Kupplung wird dadurch erreicht, daß die Leitungen für die Druckluft der gleichzeitig zur Wirkung gelangenden Seitenkammern verbunden werden und in die Leitungen je ein Gebläſe eingeſchaltet wird. In Fig. 8, welche die ſchematiſche Anordnung der Anlage bei zwei gekuppelten Schleuſen nach dem Entwurfe wiedergibt, iſt nur ein einziges Gebläſe angeordnet. Zu dieſem Zwecke ſind die von den Schleuſen kommenden Luftleitungen *L* in Sammelrohre *R*, *r* eingeleitet und vor deren Einmündung mit Abſchlußventilen *V*, *v* verſehen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Sammelrohre ſind wiederum mit der vom Gebläſe kommenden Saug- und Druckleitung *S, D* verbunden und gegen dieſe durch Ventile abſperrbar. Der Vorgang bei einer Schleuſung iſt nun nachſtehend gegeben: Es ſei Schacht I voll Waſſer, Schacht II auf Unterwaſſer leer, die Seitenkammern der Schleuſe I mit komprimierter Luft und diejenigen der Schleuſe II mit Waſſer gefüllt. In beide Schleuſen ſei bereits ein Schiff eingefahren. Nachdem die Schließung der Tore beendet, die Luftſchieber Σ und ϑ geöffnet, σ und Δ hingegen geſchloſſen ſind, wird die Steuerwalze (dieſe bewirkt die Einſchaltung der bei beſtimmten Waſſerſtänden in Funktion zu

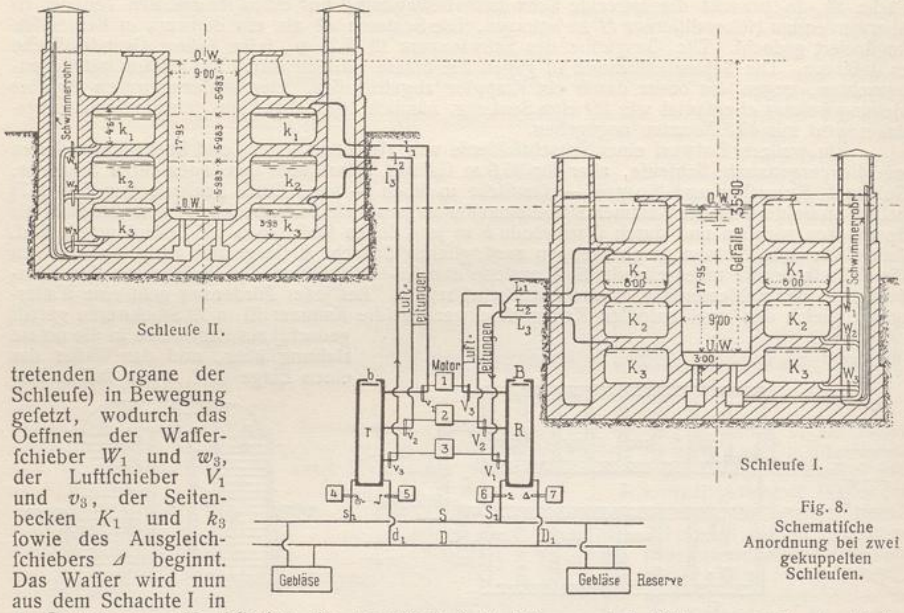


Fig. 8.
Schematiſche Anordnung bei zwei gekuppelten Schleuſen.

tretenden Organe der Schleuſe) in Bewegung geſetzt, wodurch das Oeffnen der Waſſerſchieber W_1 und w_3, der Luftſchieber V_1 und v_3, der Seitenbecken K_1 und k_3 ſowie des Ausgleichſchiebers Δ beginnt. Das Waſſer wird nun aus dem Schachte I in die Seitenkammer K_1 abfließen, die gepreßte Luft derſelben nach k_3 ſtrömen und hier das Waſſer in den Schacht II drücken. Dieſer Vorgang wird ſo lange dauern, bis der Unterſchied zwiſchen den Waſſerſpiegeln OW und K_1 in I ebenſo groß iſt wie der zwiſchen UW und k_3 in II. Jetzt ſetzt das bisher leerlaufende Gebläſe — nachdem vorher der Ausgleichſchieber Δ geſchloſſen worden iſt — mit ſeiner vollen Wirkung ein und vollendet den Transport der Luft aus K_1 nach k_3. Hierbei ſinkt das Waſſer in I bis zum unteren Niveau der erſten Etage, d. i. um 5,983 m, und ſteigt um dasſelbe Maß in II. Hierauf werden durch die Steuerwalze die Ventile W_1 und w_3, V_1 und v_3 geſchloſſen, und die Periode der erſten Kammeretage iſt vollendet. Der gleiche Vorgang wiederholt ſich ſodann in der zweiten und der dritten Etage, worauf dann ſchließlich das Oeffnen der Tore und das Ausfahren der Schiffe aus den Schleuſen erfolgt. Bei der nächſten Schleuſung treten zunächſt die Seitenkammern k_1 und K_3 in Wirkſamkeit und iſt der Schleuſungsvorgang ſonſt der gleiche wie vor. In baulicher Hinſicht iſt zu erwähnen, daß die ganze Anlage in armiertem Beton geplant iſt. Die Seitenkammern ſind mit einer 4 mm ſtarken Blechverkleidung ausgeſtattet. Das Tor im Oberhaupt iſt ein Stemmtor, jenes im Unterhaupt ein durch Gegengewichte ausbalanciertes Hubtor. Die Seitenkammern kommunizieren mit dem Schleuſenſchachte durch Rohre, welche in eiſerne Standrohre münden. Je zwei dieſer Standrohre ſind in einem gemeinſamen Schachte — in einem Anbau ſeitlich der Seitenkammern — angeordnet und unter dem Boden der unterſten Seitenkammer durch die Sohle in den Schleuſenſchacht geführt. Damit auch ohne Benutzung der Seitenkammern, alſo ohne Waſſererſparnis, geſchleuſt werden könne, ſind Umläufe angeordnet, welche die Ausläufe der Standrohre verbinden und gegen Ober- und Unterwaſſer durch Schieber abgeſperrt werden. In den Standrohren werden auch die Luftleitungen geführt. Der geſamte Kraftbedarf für die Kompreſſoren und die Inbetriebſetzung aller mechaniſchen Einrichtungen für die Tore, Schieber u. ſ. w. beider Schleuſen wird bei einer berechneten Dauer der Schleuſung von 23 Minuten (Füllung bezw. Entleerung ſamt Ein- und Ausfahrt der Schiffe) mit rund 500 PS. angegeben [7].

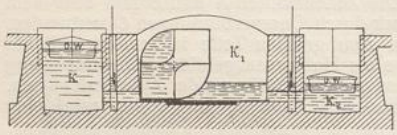


Fig. 9 (Querſchnitt).

Von den ſogenannten Verdrängerſchleuſen wäre noch das Projekt von Tentſchert-Czifchek zu nennen. In einem zwiſchen den Kammern einer Zwillings-(Doppel-)ſchleuſe angeordneten großen Becken K_1 (Fig. 9) wird ein beſonders geformter, am Boden und den Stirnſeiten vollkommen dichtender Körper (Verdränger) bewegt, der das Waſſer aus K_1 bald nach K, bald nach K_2 drängt und hierdurch ohne jeglichen Waſſerverbrauch die Schleuſung bewerkſtelligt [4].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Als letztes ſei das Projekt einer Doppelkammerſchleuſe mit Inertiewaſſerſparwerk erwähnt, welches Budau (Wien) im Jahre 1906 veröffentlicht hat. Budau ſchaltet in die Kanäle, welche die Kammern einer Zwillings-(Doppel-)ſchleuſe miteinander verbinden, ein hydrauliſches Kapfelwerk ein, das ſowohl als Motor wie auch als Pumpe wirkt und mit einem Schwungrade gekuppelt iſt. In dieſem Schwungrade ſoll während der erſten Hälfte der Schleuſung (bis zur Ausſpiegelung der beiden Schleuſen) die Energie des fallenden Waſſers aufgeſpeichert und ſodann mittels des nun als Pumpe wirkenden Motors zur Hebung eines Teiles der weiteren Kammerfüllung über das Ausſpiegelungsniveau aufgebraucht werden. Nach den Berechnungen Budaus würde dieſer aufgepumpte Teil des Schleuſungswaſſers 35—40%, ſohin die geſamte Waſſererſparnis 50 + 35 oder 50 + 40 = 85 bezw. 90% betragen. Der reſtliche Teil des Schleuſungswaſſers wird der oberen Haltung entnommen [6].

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Bauweſen 1894, Taf. 68. — [2] Annales d. ponts et chaussées 1893, II, Taf. 14—18. — [3] Zeitſchr. des Oeſterr. Ing. u. Arch.-Ver. 1891, Taf. 1—3. — [4] Ebend., 1902, Nr. 35. — [5] Ebend., 1906, Nr. 13. — [6] Ebend., 1906, Nr. 37. — [7] Allgemeine Bauzeitung, Wien 1905, Heft 1 und 2. *Pollak.*

Schachtſchloß, ſelten — in Oeſterreich — angewendete Bezeichnung für eine beſondere Art von Schachtgeviere (ſ. Grubenzimmerung).

Schachtzimmerung, ſ. Grubenzimmerung.

Schäkel, geſchmiedetes Verbindungsglied zwiſchen Ketten oder Drahtſeilen, ſ. Ketten (Ankerketten).

Schälgang, ein Mahlgang, der zum Schälen von Körnerfrüchten benutzt wird.

In der Graupenfabrikation beſteht der Schälgang (Graupengang) aus einem meiſt um eine wagerechte Achſe kreiſenden Stein, der auf ſeinem Umfange gegen rauhe Flächen arbeitet. *Arndt.*

Schälhammer oder Schellhammer, ein zum Zerſchlagen oder Abarbeiten größerer Steinſtücke dienender größerer Hammer, der auf der einen Seite eine Hammerfläche, auf der andern eine geſchärfte Fläche beſitzt. *L. v. Willmann.*

Schälmaſchinen, in der Müllerei Vorrichtungen zum teilweiſen Ablöſen der Fruchthaut an dem Mahlgut. Nach dem Charakter der wirkſamen Teile unterſcheidet man Schälmaſchinen mit Reibeiſen, mit Sägen, mit Schlagleiſten, mit Steinen und mit Bürſten.

Zu den Schälmaſchinen mit Reibeiſen gehört der Rubber oder ſogenannte Konus, ein mit Reibeiſenblech beſchlagener, abgeſtutzter Kegel, der im Innern eines nur um ca. 25 mm weiteren, ebenfalls mit Reibeiſenblech armierten Kegels mit 200 Umdrehungen pro Minute rotiert. Ganz ähnlich iſt die mit Sägen arbeitende Maſchine von Aumann, bei welcher der rotierende Kegelkörper mit ca. 60 geraden Sägeblättern verſehen iſt. Die Schälmaſchinen mit Schlagleiſten haben einen rotierenden Innenkörper (Schlagkorb) mit parallel oder ſchräg zur Rotationsachſe angeordneten Schlagleiſten und einen Umhüllungsmantel mit Längsriefen, Buckeln oder ringsum laufenden Kannelierungen. Die abgetrennten Schalen werden durch kräftige Ventilatoren abgeblaſen. Bei manchen dieſer Maſchinen beſteht der Mantel aus geſchlitztem Blech („Eureka"-Maſchine) oder aus kräftigem Drahtgewebe. Ueber die mit Steinen arbeitenden Maſchinen vgl. Spitzgang. *Arndt.*

Schafſtälle. Die gleichzeitige Gewinnung von Wolle und Fleiſch von Schafen läßt ſich durch dieſelbe Herde nicht vollkommen erreichen. Feine Wollſchafe ſind ſchwach von Figur und wenig maſtungsfähig, und die großen Fleiſchſchafe haben nur grobe geringwertige Wolle. Die Stallungen ſind alſo je nach dem Zweck der Schafhaltung verſchieden einzurichten. In der Grundrißanlage beſteht der Schafſtall aus einem Rechteck oder Quadrat mit einer Zwiſchenunterſtützung für Dach und Speicherraum und paſſend angeordneten Durchfahrten für die Ausfuhr des Düngers.

Raumbedarf. Es erfordert bei den Wollſchafen der verſchiedenen kleinen Merinoraſſen: ein Schaf im Durchſchnitt der ganzen Herde 0,6—0,7 qm; ein Jährling 0,5—0,6 qm; ein Hammel 0,6—0,7 qm; ein Mutterſchaf mit Lamm 0,7—0,8 qm; ein Bock in beſonderem Verſchlag 1,0 bis 1,5 qm. Große Fleiſchraſſen brauchen 0,9—1,2 qm Grundfläche für das Schaf. — Stallhöhe in kleineren Schafſtällen 3,1 m, in Ställen von mehr als 500 Schafen bis zu 4,0 m.

Stallwärme vor der Schur 12° C., nach der Schur, falls dieſe ausnahmsweiſe in den Winter verlegt werden ſollte, 20° C., in der Maſt ohne Wolle 14° C. Die großen Fleiſchraſſen werden bedeutend kälter gehalten und können ſogar mäßige Winterkälte im Freien ertragen.

Die Bauart der Stallungen für Fleiſchſchafe iſt ganz leicht. Es genügt bereits ein ſchuppenartiger Bau, der nur an drei Seiten von Wänden umſchloſſen iſt und an der Südſeite offen bleibt. Empfindlichere Wollſchafe und Fleiſchſchafe bringt man gern während der Lammzeit in maſſiv gebaute Stallungen mit Holzbalkendecke, ſeltener gewölbter Decke, weil Schafherden weniger feuchte Dünſte ausatmen als andres Vieh. Die Wände ſollen ſo hoch als die Schafe reichen, d. h. 60—70 cm über der höchſten Dunglage, glatt geputzt werden, am beſten mit geglättetem Zementputz, um den Stapel edler Vliefe zu ſchonen. Fenſter erhalten in Ställen für Wollſchafe ein Fünfzehntel der Grundfläche zur Lichtfläche, außerdem ein tiefer herabreichendes Fenſter zum Abſchätzen der Wolle. Tore zum Ausfahren des Düngers, zweckmäßig an beiden Giebeln gelegen, macht man 3,1 m breit, 2,9—3,1 m hoch, gewöhnliche Eingangstüren, 1 m breit, 2 m hoch, liegen an der Hoffront. Die Feldſeite bleibt geſchloſſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fußböden liegen meiſt in gleicher Höhe mit dem Gelände oder noch ein wenig tiefer; ſie werden wagerecht angeordnet und meiſt bis auf die gepflaſterten Ausfahrtrampen nicht befeſtigt, weil Schafe faſt immer auf Dauerſtreu ſtehen. Ueber einer undurchlaſſenden Lettenſchicht wird eine Lage Sand oder Moorboden ausgebreitet und jedesmal mit dem Dünger abgefahren und erneuert. Wegen der Einfachheit und Zweckmäßigkeit dieſer Anordnung gehören geſperrte Lattenfußböden, wie ſie in Rindviehſtällen vorkommen, in Schafſtällen zu den großen Seltenheiten. Man würde die Latten 7,5/4 cm ſtark machen und mit 2,5—3 cm Zwiſchenraum verlegen. Die Pfoſten zum Tragen der Decken ſollen glatt und ohne ſcharfe Ecken ſein, um die Vließe nicht zu beſchädigen. Solche aus Holz müſſen einen etwas über die höchſte Dunglage reichenden maſſiven Sockel erhalten. Ihre Stellung entſpricht vorteilhaft der Raufenſtellung. Werden auf eine Gebäudeachſe zwei Raufen geſtellt, ſo ergibt ſich nach Fig. 1 [1] eine Entfernung der Säulen von 5,2 m. In den Muſterentwürfen für preußiſche Domänenbauten iſt die Langſtellung der Raufen angenommen. Hier beträgt die Stützenentfernung nach der Tiefe 5,2 m.

Fütterungseinrichtungen beſtehen hauptſächlich aus Raufen in Verbindung mit Krippen, die loſe in den Stall geſtellt werden. Sie dienen nur zur Trockenfütterung. Waſſerbehälter werden vereinzelt aufgeſtellt. Fig. 2 [1] iſt eine gebräuchliche Raufenform im Durchſchnitt. Zwei Leiterraufen ſind unter ſpitzem Winkel gegeneinander geneigt, darunter befindet ſich eine flache Doppelkrippe. Die Maße ſind folgende: Höhe der Krippe über Fußboden 45—50 cm, Raufenbreite 40 cm, Sproſſenweite 10 cm, Krippentiefe 10—15 cm, Raufenlänge für einen Jährling 0,3 m, für ein ausgewachſenes Schaf 0,4 m, für große gehörnte Raſſen 0,5 m, für ein 1—4 Monate altes Lamm 0,16—0,20 m. Regel iſt, die Raufen möglichſt ſteil zu ſtellen, damit die Vließe beim Freſſen durch herabfallenden Staub nicht beſchmutzt oder „eingefuttert“ werden. Neben dieſen Langraufen kommen Rundraufen vor, die in runder oder achteckiger Grundform um die Säulen gebaut werden und den Vorteil haben, daß die Schafe ſich beim Freſſen weniger drängen. Nachteil iſt die Unbeweglichkeit und die Schwierigkeit des Hebens bei wachſender Düngerſchicht. Sie erhalten etwa 2,2 m Durchmeſſer.

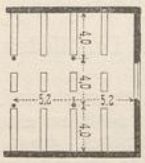


Fig. 1.


Fig. 2.

Abteilungen in den Ställen werden durch leichte bewegliche Lattwände, die Hürden, Horden oder Flaaken, hergeſtellt, um verſchiedene Abteilungen der Herde, Mutterſchafe, Jährlinge, Hammel u. ſ. w. voneinander zu trennen. Die Hürden werden aus wagerechten, 2,5/8 cm ſtarken gehobelten Latten mit ſenkrechten Endpfoſten und Strebeleiſten zu 2,5—3,0 m langen, 85—90 cm hohen Tafeln verbunden und an Pfählen, die man in den Stallfußboden einrammt, befeſtigt. Sie können vom Schäfer leicht überſtiegen werden. Verſchläge, Lager oder Kauen der Böcke werden als feſte Bretterverſchläge, 1,3 m hoch, mit beſonderen Krippen und Raufen in Größe von 1,2—1,4 m ins Geviert hergerichtet. Zur Futterbereitung dient die Futtertenne, eine in Höhe der höchſten Düngerlage angelegte Plattform mit Fußboden von Zementbeton; ſie liegt, mit Hürden eingefaßt, gewöhnlich im Stall ſelbſt und erhält etwa ein Zwölftel der Stallgrundfläche. Auf ihr werden die Rüben oder Kartoffeln gewaſchen, zerkleinert und mit Häckſel gemiſcht.

Der Heuboden, gewöhnlich über dem Stall liegend, erfordert für jedes Schaf 1,3 bis 1,5 cbm Raum. Er darf mit dem Stall und der Futtertenne nicht unmittelbar, ſondern nur durch einen über Dach entlüfteten Futterſchlot verbunden ſein. Man hat die Schafſtälle auch ohne Heuboden mit danebengeſtellter Heuſcheune erbaut. Damit werden die Koſten vermindert und mancherlei wirtſchaftliche Vorteile erreicht. Die hierbei gebräuchlichen Pappedächer bedürfen zum beſſeren Wärmeſchutz einer Stakung zwiſchen den Sparren. Auf den Bauernhöfen Oſtfrieslands kommen ſolche Ställe mit niedrigen maſſiven Wänden unter ſteilem Rohrdach vor.

Literatur: [1] Tiedemann, L. v., Das landwirtſchaftliche Bauweſen, Handbuch, 3. Aufl., Halle a. S. 1898. — [2] Engel, Fr., Handbuch des landwirtſchaftlichen Bauweſens, 8. Aufl., Berlin 1895. — [3] Wanderley, Die ländlichen Wirtſchaftsgebäude, Karlsruhe 1887. — [4] Rueff, A. v., Bau und Einrichtungen der Stallungen und Aufenthaltsorte unſrer nutzbaren Haustiere, Stuttgart 1875. — [5] Wagner, Neuere landwirtſchaftl. Bauten in Mecklenburg, Deutſche Bauztg. 1896. — [6] Gehrlicher, Jähn und Klaſen, Die Stallgebäude, Leipzig 1880. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Schaft, kantiger oder runder Teil eines Körpers, der an ſeinen Enden an einen breiteren Teil anſchließt, und zwar 1. Säulen- oder Pfeilerſchaft, der zwiſchen Fuß und Kapitäl befindliche Teil; 2. Mauerſchaft, ein Pfeiler als Teil einer Mauer: a) Fenſterſchaft, der zwiſchen zwei Fenſtern ſtehende Pfeiler; b) Eckſchaft, die zwiſchen der Ecke und dem letzten Fenſter befindliche Mauer. *Weinbrenner.*

Schaft, -maſchine, ſ. Weberei.

Schafwolle (Wolle), ſ. Spinnfaſern.

Schakudo, Bezeichnung für japaniſche Metallgegenſtände, die aus einer Legierung von Kupfer mit wenig Gold und gewöhnlich etwas Antimon beſtehen und die durch Behandlung mit chemiſchen Mitteln eine bläulichſchwarze Färbung beſitzen. *A. Widmaier.*

Schalbrett, ſ. Bauholz, Bretter.

Schale, muldenförmige Abpflaſterung eines Waſſergerinnes; ſ. Wildbäche.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schalen, f. Lagerschalen, Bd. 6, S. 59.

Schalen, die durch das Mahlverfahren abzuscheidenden oder abgeschiedenen holzigen Hüllen der Getreidekörner (Kleie); f. Mehlfabrikation.

Schalenbürste, Bürstmaschine zum Abbürsten des nach Beendigung der Schrotungen noch an den Schalen haftenden Mehles.

Sie besteht meist entweder aus einem Gazezylinder mit innen umlaufenden Bürstenarmen oder aus einer sogenannten Bürstenschnecke, einer aus Borsten gebildeten Schnecke, die gegen einen Drahtgazemantel arbeitet. *Arndt.*

Schalenguß, f. Eisengießerei und Kokillen.

Schalenkupplung, zweiteilige Wellenkupplung (f. Bd. 5, S. 793, Fig. 3).

Schalholz (Fachholz), f. Fachgerten.

Schalkantig, f. Baumkantig.

Schalken oder **Schalkleisten,** eiserne Latten, mit welchen die Kanten der Presenninge der Schiffsluken seefest gesichert werden.

Schall, diejenigen Wahrnehmungen unsers Gehörorgans, welche eine außerhalb unsers Körpers liegende Ursache haben.

Man unterscheidet von den unregelmäßigen Schallwahrnehmungen, wie Knall, Geräusch u. a., die regelmäßigen oder die Töne. Die nächste Ursache der Reize unsers Gehörorgans liegt in der von irgend einer Erregungsstelle sich ausbreitenden Wellenbewegung der an das Ohr angrenzenden Luft, welche sich bei Tonempfindungen im Zustande des raschen periodischen Wechsels von Verdichtungen und Verdünnungen befindet.

I. **Die Schallwellen.** Versuche mit der Luftpumpe zeigen, daß das Vakuum des Rezipienten den Ton einer angeschlagenen Glocke nicht mehr zu leiten imstande ist. Dieses Vakuum ist durchsichtig, enthält also wohl noch einen Träger der Lichtwellen, aber nicht mehr denjenigen der Schallwellen. Weder eine zu kleine Zahl periodischer Schwingungen der Luft (unter 9—16 pro Sekunde) noch eine zu große Zahl derselben (über 30 000—36 000 pro Sekunde) wird vom Ohr als Ton empfunden.

Die Sirenen sind tongebende Apparate, welche die sekundliche Zahl der Schwingungen, die Schwingungszahlen der Töne, zu messen gestatten. Von denselben ist besonders diejenige von Cagniard de Latour zu erwähnen, bei der ein Luftstrom durch die schief durch einen Zylinder geführten Bohrungen getrieben wird und dabei einen zweiten Zylinder mit gleicher Achse und übereinstimmenden, aber entgegengesetzt schiefen Bohrungen nach Art einer Turbine in Umdrehung versetzt. Die z. B. 16 Bohrungen jedes Zylinders bewirken bei jeder Umdrehung eine 16malige Unterbrechung des Luftstroms, also bei n Umdrehungen, die durch ein Zählwerk gemessen werden, 16 n Luftschwingungen. Bei der Sirene von Savart werden die Luftstöße durch die Stöße eines gedrehten Zahnrades gegen ein Kartenblatt erzeugt. Man kann aber die Tonwellen auch dadurch zählen, daß man sie phonautographisch aufzeichnet (f. Phonautograph), oder daß man die Schwingungszahl berechnet.

Die einem Ton entsprechende Länge der Luftwelle, der Abstand zwischen zwei sich folgenden Verdichtungen (f. Wellenbewegung) ist der Messung zugänglich, wenn man die Tonwellen durch die Luftsäule einer Röhre leitet und den Wellenzug entweder mit sich selbst in entgegengesetzter Richtung zur Interferenz bringt oder mit sich selbst in gleicher Richtung, letzteres mittels einer sich verzweigenden und nach ungleichen Längen der Arme sich wieder vereinigenden Röhre. Im ersteren Fall, wo die Tonwellen an einem in der Röhre beliebig verstellbaren Stempel in sich selbst reflektiert werden, entstehen durch Interferenz stehende Wellen, deren Schwingungsknoten nach Kundt durch ringförmige Anhäufungen von Korkstaub erkennbar gemacht werden; im zweiten Fall vernichten sich die zwei Wellenzüge, der Ton wird unhörbar, sobald die Wegdifferenz der zwei geteilten Zweige eine halbe Wellenlänge beträgt; in beiden Fällen geben enge Röhren bei zu großen Wellenlängen etwas zu kleine Resultate gegenüber der Wellenlänge desselben Tones in freier Luft.

Die Schwingungszahl n und Wellenlänge λ eines Tones führen zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwellen nach der Formel $c = n\lambda$. Indessen ist auch diese Geschwindigkeit sowohl der direkten Messung als der Berechnung aus den spezifischen Eigenschaften der Luft zugänglich. Durch die Beobachter Humboldt, Gay-Lussac und Bouvard einerseits, Arago, Mathieu und Prony anderseits wurde 1822 zwischen den Orten Monthery und Villejuif bei Paris mittels an beiden Orten gelöster Kanonenschüsse, für welche je am andern Ort der Zeitunterschied zwischen Lichtblitz und Knallwahrnehmung bestimmt wurde, auf eine Entfernung von 18 622,27 m die Geschwindigkeit des Schalls bei 16° C. Lufttemperatur gleich 340,8 m ermittelt, woraus für die Temperatur 0° eine Geschwindigkeit von 331,2 m folgt. Ueber die Berechnung der Schallgeschwindigkeit aus der Dichte der Luft bei 0° und bei Normalbarometerstand f. Wellenbewegung. Diese Geschwindigkeit ist vom Druck der Luft unabhängig und der Quadratwurzel aus der absoluten Temperatur proportional. Wegen der Veränderung der Lufttemperatur mit der Höhe der Atmosphäre ist daher auch die Geschwindigkeit der Schallwellen mit der Höhe veränderlich. Zum Beispiel für eine Abnahme der Temperatur um 1° pro 100 m Erhebung muß bei 0° (absolut 273°) die entsprechende Abnahme der Schallgeschwindigkeit eine nach unten konvexe Krümmung der Schallstrahlen (Normalen der Wellen, f. Brechung unter Licht) zur Folge haben. Der zugehörige Krümmungsradius ϱ entspricht der Gleichung: $\varrho : \varrho + 100 = \sqrt{272} : \sqrt{273}$ und gibt $\varrho = 54{,}4$ km. Der Schall von der Erdoberfläche pflanzt sich daher gewöhnlich in nach unten konvexen, nur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in Ausnahmefällen in nach unten konkaven Strahlen fort. Nur in letzterem Fall ist eine Vernehmbarkeit des Schalls auf große Entfernung möglich. Von einem Orte, welcher von den aus einem andern Orte ausgehenden Schallstrahlen nicht mehr erreicht wird, sagt man, er liege im Schallschatten des andern. — Echo heißt der durch Reflexion der Schallwellen zu seinem Ausgangspunkt zurückgeworfene Schall.

II. **Die Schallwahrnehmung.** Unser Ohr unterscheidet die Töne nach ihrer größeren oder geringeren Stärke, ihrer Höhe und ihrer Klangfarbe. Die Unterschiede in der Stärke sind bedingt durch die Größe des Schwingungsausschlags, die Amplitude, der in Wellenbewegung begriffenen Luftteilchen oder der Wellenhöhe der phonautographisch aufgezeichneten Luftwellen. Bei konzentrisch sich ausbreitenden Wellen nimmt die Wellenhöhe proportional der Entfernung ab, oder die Intensität der Wellenbewegung ist dem Quadrat der Entfernung von der Schallquelle umgekehrt proportional. Die Unterschiede der Tonhöhe sind verursacht durch die verschiedene Größe der Schwingungszahlen bezw. der Länge der Schallwellen, welche bei konstanter Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwingungszahl umgekehrt proportional ist. Das Gehörorgan ist ein arithmetisches Organ, das sowohl die Gleichheit der Schwingungszahlen zweier gleichhoher Töne als auch das Verhältnis dieser Zahlen bei zwei Tönen verschiedener Höhe zu beurteilen imstande ist. Es empfindet diese Verhältnisse als Tonintervalle, denen es eine um so größere Reinheit zuschreibt, je mehr sich das Verhältnis der Schwingungszahlen einem einfachen Bruche nähert, z. B. 1 : 2 entspricht der Empfindung des Intervalls der Oktave; 1 : 4 der zweiten, $1 : 2^n$ der n-ten Oktave, 2 : 3 der Quinte, 1 : 3 der Quinte der Oktave, 3 : 4 der Quarte, 4 : 5 der großen Terz, 5 : 6 der kleinen Terz, 3 : 5 der großen Sext, 5 : 8 der kleinen Sext, 8 : 9 der großen Sekunde, 25 : 27 der kleinen Sekunde, 5 : 9 der kleinen Septime, 8 : 15 der großen Septime. Je nachdem beim Zusammenklingen bezw. der Aufeinanderfolge zweier Töne das Ohr eine mehr angenehme oder unangenehme Empfindung hat, unterscheidet man die Intervalle als Konsonanzen und als Dissonanzen; Oktave und Quint sind vollkommene, Terz, Quart und Sext unvollkommene Konsonanzen, Sekunde und Septime gelten mehr für Dissonanzen. Die Konsonanzen erzeugen die Empfindung der Harmonie, die Dissonanzen die der Disharmonie. Ein Intervall zweier Töne, das kleiner ist, d. h. der Einheit näher kommt als das Verhältnis 80 : 81, das sogenannte syntonische Komma, ist für das Ohr schwer unterscheidbar. Bei der melodischen Tonfolge können sich solche Töne ersetzen. Beim Zusammenklingen naher Töne vernimmt das Ohr Schwebungen, abwechselnde Verstärkungen und Schwächungen infolge der Interferenz der bald in übereinstimmender, bald in entgegengesetzter Schwingungsphase zum Ohr gelangenden beiderlei Schallwellen. Die sekundliche Zahl Schwebungen ist gleich dem Unterschiede der beiden Schwingungszahlen. Uebersteigt der Unterschied die Zahl 16, so hört das Ohr ein schwirrendes Geräusch bezw. einen dritten tieferen Ton, den Differenzton, daneben einen vierten höheren, den Summationston, dessen Schwingungszahl gleich der Summe der Schwingungszahlen beider Töne ist. Diese Töne heißen Kombinationstöne, Tartinische Töne. Zwei harmonische Töne erzeugen auch zu ihnen harmonische Kombinationstöne. Sehr reich wird die Fülle harmonischer Tonempfindung beim Erklingen mehrerer unter sich paarweise in Konsonanz stehender Töne, einem Akkord. Der große oder Dur-Dreiklang ist der Akkord dreier Töne, deren Schwingungszahlen im Verhältnis 4 : 5 : 6 stehen; der Moll-Dreiklang hat das Verhältnis 10 : 12 : 15. Das Wort Klang bezeichnet ein Tongemisch (s. Klang, Klanganalysator). — Die eine Oktave umfassende Reihenfolge der Töne *C D E F G A H c* mit den verhältnismäßigen Schwingungszahlen 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48 heißt die diatonische Dur-Tonleiter, die Reihe *C D Es F G As B c* mit den Verhältniszahlen 40, 45, 48, 53,3, 60, 64, 72, 80 heißt die Moll-Tonleiter; von denselben wird die erstere durch das Gesetz des Dur-Dreiklangs, die zweite durch das des Moll-Dreiklangs beherrscht. Das Intervall zweier aufeinander folgender Töne der Tonleiter heißt, wenn es den Wert 8 : 9 hat, ein großer ganzer Ton, wenn 9 : 10, ein kleiner ganzer Ton, wenn 15 : 16, ein halber Ton; die Oktave teilt sich demnach in fünf ganze und zwei halbe Tonintervalle. Das Bedürfnis, zu jedem Ton der Reihe als Grundton nicht bloß die Oktaven, sondern auch die andern harmonischen Intervalle bilden zu können, führt zur Einschaltung weiterer Töne in die Tonreihe, zu den erhöhten und erniedrigten Tönen, welche durch an die Tonbezeichnung angehängtes *is* bezw. *es* ihre Bezeichnung finden. Da man bei den musikalischen Instrumenten mit fester Stimmung und beschränkter Tonzahl diesen Ansprüchen der Harmonie nicht voll genügen kann, wendet man die temperierte Stimmung, die Tonreihe der gleichschwebenden Temperatur an, bei welcher nur die Oktaven vollkommen rein, die übrigen Intervalle so ausgeglichen sind, daß die Oktave in 12 vollkommen gleiche Tonintervalle zerfällt, 12 halbe Töne, deren jeder den Wert $1 : \sqrt[12]{2}$ hat, so daß z. B. das G der temperierten Skala $2^{\frac{7}{12}} = 1{,}49831$ erhält statt 1,5 des Verhältnisses des reinen G zum Grundton $C = 1$. Zusammenwirkende Instrumente müssen auf denselben Grundton gestimmt sein, wobei an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten die Stimmung willkürlich sein kann. Durch einen internationalen Kongreß zu Wien 1886 wurde eine Normalstimmung eingeführt, bei welcher der Ton a_1 die Schwingungszahl 435 besitzt. Normalstimmgabeln mit diesem Ton verfertigt z. B. R. König in Paris.

Alle tonerzeugenden Instrumente erzeugen nicht einzelne Töne bestimmter Schwingungszahl, sondern jedes wohl einen vorherrschenden Hauptton, aber begleitet von mehr oder weniger vernehmbaren Nebentönen, teils höheren, den Obertönen, teils manchmal tieferen, den Untertönen, die den Klang des Tones bedingen, die Klangfarbe und Klangfülle je nach dem Instrumente, den Unterschied wohlklingender und unangenehmer Töne, je nachdem die Nebentöne zum Hauptton harmonisch oder unharmonisch sind, die Unterschiede der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vokalklänge, je nachdem die vorherrſchenden Obertöne mehr oder weniger hoch ſind, vgl. [1], S. 163 ff. und 184 ff.

III. **Die Schallerzeugung.** Irgendwelche Urſachen, die in der Luft Wellen erzeugen, welche als kurze Verdichtungsſtöße das Gehörorgan treffen, erzeugen den Schall. Selbſt Windſtöße können bei genügend weiter Fortpflanzung ihrer Wellen zu Schallerregern werden (ſ. Knall). Der Sturm, der ſich an den Kanten von Felſen und Gebäuden bricht, gibt Anlaß zu mehr oder weniger regelmäßiger Wellenbildung in der Luft, die wir als Heulen des Windes wahrnehmen. Es ſind hauptſächlich Körper im Zuſtand freier Elaſtizitätsſchwingungen, die dazu geeignet ſind, Töne zu erzeugen. Durch die Unabhängigkeit (ſ. Elaſtiſche Schwingungen) der Schwingungszeit elaſtiſcher Körper von der Größe des Schwingungsausſchlags iſt die Unveränderlichkeit der Schwingungszahl der erregten Wellen bedingt. Die wichtigſten tonerzeugenden Inſtrumente können wir unterſcheiden in Saiten, Stäbe, Platten, Membranen, Pfeifen.

Zur Demonſtration der Geſetze der Saitenſchwingungen dient das Monochord (Einſaiteninſtrument). Es geſtattet, entſprechend der Formel $n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{S}{m}}$, die Abhängigkeit der Schwingungszahl n bezw. der Tonhöhe des Grundtons der Saite von der Länge l durch Erregen verſchieden langer Abſchnitte, die Abhängigkeit von dem ſpannenden Gewicht S durch Anhängen verſchiedener Gewichte, die Abhängigkeit von der Maſſe m der Längeneinheit der Saite durch Vergleichung von Saiten verſchiedenen Gewichts zu prüfen, bei Erregung von Schwingungen aliquoter Teile der Saite die Knotenpunkte durch aufgeſetzte Papierreiter ſichtbar zu machen, insbeſondere das Mitſchwingen einer Saite zu zeigen, wenn in der Nähe deren Grundton oder deſſen Oktave oder Quinte ertönt, indem an den Schwingungsbäuchen die Papierreiter abgeworfen werden. Stäbe geben entweder höhere Töne bei Erregung von longitudinalen oder tiefere bei transverſalen Schwingungen. Ein an einem Ende eingeklemmter Stab ſchwingt entweder als halbe ſtehende Welle mit einem Schwingungsbauch am freien Ende oder er teilt ſich in $1^1/_2$, $2^1/_2$ u. ſ. w. ſtehende Wellen. Ein beiderſeits freier Stab gibt bei paſſender Unterſtützung in den zu bildenden Knotenpunkten und beim Anſtreichen mit einem Violinbogen Transverſalſchwingungen unter Bildung entweder einer oder zweier oder dreier u. ſ. w. ganzer ſtehender Wellen, deren zwei äußerſte Knotenpunkte um etwas weniger als je die Hälfte einer ſtehenden Welle von den ſchwingenden Enden entfernt ſind, ſo daß entweder zwei oder drei oder vier u. ſ. w. Knoten entſtehen. Für die Schwingungszahl n bei der Bildung von k Knoten, wenn E den Modul der Verbiegungselaſtizität, d die Dichte des Stabes, a ſeine Dicke in Richtung der Schwingungen und l ſeine Länge bezeichnet, beſteht die Gleichung [2]: $n = \left(\frac{2k-1}{2}\right)^2 \frac{\pi a}{l^2}\sqrt{\frac{E}{d}}$. Der Grundton und die Obertöne ſtehen daher im Verhältnis der Schwingungszahlen 9, 25, 49 u. ſ. w.

Bei den Stimmgabeln liegen die Knotenpunkte in der Nähe der Baſis der Zinken in etwa einem Viertel der Länge derſelben. Während die Zinken gleichzeitig aus- und einſchwingen, macht auch der Bogen Transverſalſchwingungen, und der Stiel wird daher in Längsſchwingungen verſetzt, die beim Aufſetzen auf einen Tiſch oder Reſonanzkaſten durch Reſonanz eine Tonverſtärkung bewirken.

Platten aus Glas oder Meſſingblech von quadratiſcher oder kreisrunder Form geben, in der Mitte feſtgeklemmt, beim Anſtreichen des Randes mit dem Violinbogen, je nachdem der Rand an paſſender Stelle feſtgehalten wird, Töne verſchiedener Höhe, wobei ſich die Platten unter Bildung von Knotenlinien in einzelne ſtehende Wellen teilen. Durch aufgeſtreuten Sand, der von den Schwingungsbäuchen abgeworfen wird, werden die Knotenlinien als chladniſche Klangfiguren ſichtbar. Die Glocken ſind Platten, die beim Anſchlagen in Transverſalſchwingungen verſetzt werden, unter Bildung von ſenkrecht zum Rande ſtehenden Knotenlinien, die den Rand in eine gerade Zahl von Teilen, 4 oder 6, einteilen. Die Membranen machen entweder freie Schwingungen, deren Zahl von ihrer Spannung, Größe und Maſſe abhängt, oder unfreie Schwingungen, indem ſie wie die Platte des Telephons oder die Membran des Phonographen oder auch das Trommelfell des Ohrs bei der Tonwiedergabe Töne verſchiedenſter Höhe erzeugen, oder ſie machen halbfreie Schwingungen, indem ihre Tonhöhe ſich den Schwingungen einer Luftſäule anpaßt, wie bei den Stimmbändern des Kehlkopfs oder dem geſpannten Fell der Trommel.

Pfeifen ſind Röhren, deren umſchloſſene Luft in longitudinale Schwingungen verſetzt werden kann. Man unterſcheidet, je nach der Erregungsart, Zungen- und Lippenpfeifen. Bei beiden wird die Luft der Röhre in ſtehende Longitudinalſchwingungen verſetzt, deren Tonhöhe von der Pfeifenlänge bezw. von der Länge der in der Pfeife erregten ſtehenden Wellen abhängt. Bei den erſteren wird durch den erregenden Luftſtrom eine metallene Zunge und mittels dieſer durch Wirkung der Reſonanz die Luftſäule der Pfeife zum Schwingen gebracht, wobei die Zunge, auch wenn ſie nicht genau auf den Ton der Pfeife geſtimmt iſt, ſich dieſem anpaßt. Bei den Lippenpfeifen erleidet der Luftſtrom an einer ſcharfen Kante der Lippe eine Spaltung unter Bildung von Wellen, deren Schwingungszahl ſich dem Wechſel von Verdünnungen und Verdichtungen der Luft anpaßt, die aus dem Innern der Pfeife von den Schwingungsknoten aus reflektiert werden. Für die Art der Bildung der ſtehenden Wellen in einem Rohre hat man gedeckte und ungedeckte Pfeifen zu unterſcheiden. Bei erſteren, die an einem Ende geſchloſſen ſind, hat man ſtets vor dem offenen Ende einen Schwingungsbauch (Ort hin und her gehender Luftbewegung ohne Verdichtung), am geſchloſſenen Ende einen Schwingungsknoten (Ort abwechſelnder Verdichtung und Verdünnung), ſo daß die Pfeife von der Länge l gerade wie ein an einem Ende feſter, ſchwingender Stab entweder $1 : n$ oder $1 + 1 : n$ oder $2 + 1 : n$ u. ſ. w. ſtehende Wellen bildet, wobei die Zahl n etwas größer als 2 iſt. Die Wellenlängen λ der durch eine gedeckte Röhre erzeugbaren Töne ſind daher annähernd durch die Werte $\lambda_1 = 4l$, $\lambda_2 = {}^4/_3 l$,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$\lambda_3 = {}^4/_5\, l$ u. f. w. dargeſtellt und demgemäß die Schwingungszahlen dieſer Töne durch die Formeln $n_1 = c/\lambda_1$, $n_2 = c/\lambda_2$ u. f. w., wobei c die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit des Schalls in dem die Pfeife erfüllenden Gaſe bedeutet. Dieſem Verhältnis der Schwingungszahlen 1 : 3 : 5 : 7 u. f. w. entſprechend ſind die Obertöne einer gedeckten Pfeife in ſchlechter Harmonie zum Grundtone; die Verwendung dieſer Pfeife in der Tonkunſt iſt daher möglichſt beſchränkt. Anders die offene Pfeife, die vor beiden offenen Enden Schwingungsbäuche hat. Je nachdem ſich im Innern 1, 2, 3 u. ſ. w. Knoten ausbilden, iſt annähernd $\lambda_1 = 2\,l$, $\lambda_2 = l$, $\lambda_3 = {}^2/_3\, l$, $\lambda_4 = {}^1/_2\, l$ u. ſ. w. und die Schwingungszahlen der möglichen Töne ſtehen im Verhältnis 1 : 2 : 3 : 4, ſo daß eine Reihe von Obertönen zum Grundton in guter Harmonie iſt. Durch Löcher in der Rohrwand, die nach Belieben geöffnet oder geſchloſſen werden können, iſt die Bildung der Schwingungsknoten regulierbar, damit die Wahl des Pfeifentons ermöglicht, weil an Stellen offener Löcher im Innern ſich nur Schwingungsbäuche bilden können.

Singende Flammen ſind Flämmchen im Innern von ſenkrechten offenen Röhren, die darin einen aufſteigenden Luftſtrom erzeugen, der durch die Rückwirkung der Verzögerungen des aufſteigenden Stromes entweder von ſelbſt die Luftſäule in ſtehende Schwingungen verſetzt oder beim Anſpielen des der Röhre eigentümlichen Tones zu ertönen beginnt. Die Flamme gerät hierbei in züngelnde Bewegung, die mittels Königs Flammenanalyſator, eines raſch rotierenden Parallelepipeds mit ſpiegelnden Flächen, in Einzelbilder zerlegt werden kann. Solche ſenſitive Flammen, manometriſche Flammen, können auch ohne ein umgebendes Rohr gebildet werden bei richtiger Regulierung der Ausſtrömungsgeſchwindigkeit des brennenden Gaſes aus einem Gasbrenner. Sie haben ihren Eigenton, der beim Anſpielen durch Reſonanz erregt wird. Ueber eine beſondere Art Pfeifen vgl. Klanganalyſator.

Eine nicht bloß für die Schallwahrnehmung, ſondern mehr noch für die Lichtwahrnehmung wichtige Folge der zeitlichen Fortpflanzung der Wellen bildet eine nach dem ſogenannten Dopplerſchen Prinzip zu erklärende Gruppe von Erſcheinungen. In einer 1843 erſchienenen Schrift [6] hat der öſterreichiſche Mathematiker Doppler ein die Erſcheinungen der Wellenbewegung betreffendes Geſetz ausgeſprochen, das zunächſt für die Akuſtik den Satz liefert: Wenn eine Tonquelle (Pfeife) ſich mit der Geſchwindigkeit v vom Ohr entfernt, während c die Geſchwindigkeit des Schalls iſt, ſo vernimmt das Ohr ſtatt eines Tons von der Schwingungszahl n, wie er von der Tonquelle erzeugt wird, einen Ton von der Schwingungszahl $n' = nc : (c + v)$; bei Annäherung der Tonquelle zum Ohr iſt v negativ zu ſetzen. Im erſteren Fall wird ein tieferer, im letzteren ein höherer Ton gehört. Beim Vorbeifahren einer pfeifenden Lokomotive ſinkt alſo die Höhe des gehörten Pfeifentons um ein der Geſchwindigkeit v entſprechendes Intervall. Die ſich entfernende Tonquelle ſendet nämlich zum Ohr nicht Wellen von der Wellenlänge $\lambda = c : n$, wie ſie dem Ton der unbewegten Pfeife zukommen, ſondern Wellen von der Länge $\lambda = c : n + v : n$, größer um den Weg der Pfeife während $1 : n$ Sekunde. Dieſer veränderten Wellenlänge entſpricht die veränderte Schwingungszahl $n' = c : \lambda' = nc : (c + v)$. Iſt das Ohr in Bewegung, die Pfeife in Ruhe und iſt jetzt v die Geſchwindigkeit, mit der das Ohr ſich von der Pfeife entfernt, ſo kommen in der Sekunde $n - v : \lambda$ Schwingungen zum Ohr, es iſt alſo $n' = n - v : \lambda = n\,(c - v) : c$. Sind Ohr und Pfeife mit den Geſchwindigkeiten v_1 bezw. v_2 in Bewegung, ſo daß ſich deren Entfernung mit der Geſchwindigkeit $v_1 + v_2$ verändert, ſo iſt $n' = n\,(c - v_2) : (c + v_1)$ bei der Entfernung und $n' = n\,(c + v_2) : (c - v_1)$ bei der Annäherung. Beim Vorbeifahren der bewegten Pfeife am bewegten Ohr ſinkt der Ton um das Intervall $(c + v_1)\,(c + v_2) : (c - v_1)\,(c - v_2)$. Ueber die Bedeutung des Dopplerſchen Prinzips für die aſtronomiſche Optik ſ. Spektralanalyſe, über Erweiterungen und Einſchränkungen des Prinzips vgl. [7].

Betreffs der Literatur verweiſen wir auf die nach Kapiteln geordnete reichhaltige Zuſammenſtellung von Melde in [2], S. 866—869. An Spezialwerken über das Gebiet der Akuſtik ſind außer [1] noch zu nennen [6], [7] und beſonders die neue deutſche Bearbeitung eines populären engliſchen Buches [5].

Literatur: [1] Helmholtz, H. v., Die Lehre von den Tonempfindungen, 4. Aufl., Braunſchweig 1877. — [2] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, I, Breslau 1891. — [3] Blaſerna, Die Theorie des Schalls in Beziehung zur Muſik, Leipzig 1876. — [4] Radau, Die Lehre vom Schall, 2. Aufl., München 1880. — [5] Tyndall, J., Der Schall, deutſche Ausgabe von A. v. Helmholtz und Cl. Wiedemann, 3. Aufl., Berlin 1897. — [6] Doppler, Ueber das farbige Licht der Doppelſterne, Abhandl. der Kgl. böhm. Akad. der Wiſſenſch., 5. Folge, Bd. 2, 1843. — [7] Schmidt, A., Die Erweiterungen des Dopplerſchen Prinzips, Phyſikal. Zeitſchr. 1906, S. 323. *A. Schmidt.*

Schalldämpfung. Weiche und poröſe Stoffe dämpfen den Schall. Je dichter der Stoff, deſto mehr wird er den Schall fortleiten. Bei der geſteigerten Anwendung des Eiſens und Stampfmörtels im Wohnhausbau macht ſich daher gleichzeitig das Bedürfnis geltend, durch ſchalldämpfende Stoffe dem Mißſtand der Hellhörigkeit dieſer Bauweiſe abzuhelfen [1], [3], [5], [6].

Als wirkſame Stoffe dienen: a) für Mauerbildung poröſe Steine, wie Kalktuff, auch Hohlſteine als Verblender (ſ. Hohlmauern, Bd. 5, S. 103), Korkſteine (ſ. d., Bd. 5, S. 635), Bimsſandſtein (ſ. Kunſtſteine, Bd. 5, S. 779); b) für Deckenbildung Hohlkörper, wie Gipsdielen (Bd. 4, S. 532), Spreutafeln, Korkplatten von verſchiedener Stärke; als Auffüllung von Zwiſchendecken Aſche, Torfmull, Schlacken und Holzwolle (ſ. Bd. 5, S. 127); c) für Fußböden als Unterlagen unter Holzböden oder Linoleum: Korkplatten, Filz verſchiedener Herſtellung [8], Pappe, Aſphalt u. a. m.

Um Erſchütterungen und Geräuſche von Maſchinen zu dämpfen und für die Umgebung unſchädlich zu machen, iſt außer einer vollkommenen Freilegung des Unterbaues von der umgebenden Auffüllung eine Zwiſchenlage von ſehr ſtarkem Eiſenfilz [6] nötig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber die Dämpfung des Straßenlärms f. Straßenbau (Holz- und Afphaltpflafter).

Literatur: [1] Heger, R., Erzeugung ftummer Wände, Deutfche Bauztg. 1899, S. 354. — [2] Kórtüm, Vom ganzen Windelboden, Zentralbl. der Bauverw. 1899, S. 544. — [3] Schopper, Ueber Schalldichtigkeit feiter Wände, Baugewerksztg. 1902, S. 1363. — [4] Ohnftein, Schalldämpfung in Fabrikgebäuden, ebend. 1904, S. 1. — [5] Panzer, Ueber Schalldämpfung, Deutfche Bauhütte 1901, S. 68 ff. — [6] Zetfche, ebend., S. 90 und 96. — [7] Nußbaum, Schallfchutz im Wohnhaus, Zeitfchr. f. Architektur 1904, S. 519. — [8] Ludwig, A., Holzfilz als Antakuftat, Deutfche Bauztg. 1899, S. 328. *Weinbrenner.*

Schalldämpfung wird bei Hammerwerken u. f. w. dadurch erzielt, daß man zwifchen das Geftell und das Fundament Zwifchenlagen von Kork, imprägniertem Filz, Leder und Holz einlegt. — Ueber Schalldämpfer für Auspuffdampfmafchinen, Dampfhämmer f. Wafferfänger, für Verbrennungsmotoren f. d.

Schalleifen, f. Deckfchaufel.

Schalftein, ein grob- bis feinkörniges, fchiefriges, aus Stückchen von Schiefer, Feldfpat und Kalkftein beftehendes Geftein von grüner, grauer oder bunter Farbe, eingelagert in den gefalteten Tonfchiefern des Silur und Devon und vielfach als umgewandelte Tuffe von Diabaseruptionen angefehen. Die Schalfteine führen Roteifenftein, Kupfererze, Schwerfpat, Bleierze; die feiteren Arten werden als Baumaterial benutzt (Naffau, Weftfalen). *Leppla.*

Schaltapparate, f. Ausfchalter und Akkumulatorenfchaltungsfyfteme.

Schalten, Schaltmechanismen. Schalten bezeichnet allgemein eine einen Mafchinenteil gleichmäßig oder ruckweife verfchiebende Bewegung mit Hilfe beftimmter Mechanismen, der Schaltwerke (Schaltmechanismen, f. d.).

Zu den ruckweife wirkenden Schaltwerken gehören die Schalträder. Die Ausführung eines innen verzahnten Schaltrades und einer innerhalb diefes liegenden Schaltklinke wird als Schaltdofe bezeichnet. *A. Widmaier.*

Schalter (Schaltfenfter), kleine Fenfteröffnung zur Abgabe von Gegenftänden; kommt vor in Bahnhöfen, Poftanftalten, Banken u. f. w. Um den fehr unangenehmen Luftftrömungen, die bei den verfchiedenen Außen- und Innentemperaturen entftehen, vorzubeugen, empfiehlt fich die Anordnung einer kleinen runden Sprechöffnung in Mundhöhe und auf dem Simsbrette ein drehbarer Teller zum Empfang und zur Rückgabe von Geldern. *Weinbrenner.*

Schalterladen (Perfienne), f. Fenfterladen.

Schaltklingen, f. Sperrklinken und Reibungsfchaltwerk.

Schaltmechanismen geftatten mittels der geeigneten Bewegung eines Gliedes die fich ruckweife wiederholende Bewegung eines andern Gliedes. Die Schaltmechanismen werden, wenn ein Glied derfelben als feftgeftellt betrachtet wird, auch Schaltwerke oder Schaltgetriebe genannt [1].

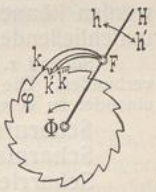


Fig. 1.

In Fig. 1 ift ein einfach wirkendes Schaltwerk dargeftellt. Nimmt man an, daß das Zahnrad $\Phi\varphi$ mit Reibung fich um die Achfe Φ im feften Glied oder Geftell dreht, und es werde der um diefe Achfe Φ fchwingende Hebel H, an dem fich zunächft nur eine um die Achfe F drehbare Klinke Fk' befinden möge, in dem Sinne des Pfeiles h bewegt, fo wird das Rad $\Phi\varphi$ ruckweife in gleichem Sinne gedreht. Wird dagegen der Hebel H in dem Sinne des Pfeiles h' bewegt, dann bleibt das Rad infolge der Achfenreibung in Ruhe. Durch ungleiche Schwingungen des Hebels werden auch ungleiche ruckweife Drehungen des Rades bewirkt. Der kleinfte Schwingungswinkel des Hebels muß mindeftens die Größe des Zentriwinkels haben, der einem Zahne des Rades entfpricht. Wenn mittels kleinerer Schwingungen des Hebels eine ruckweife Drehung des Rades bewirkt werden foll, fo kann man dies durch Anbringung mehrerer Klinken Fk, Fk', Fk'' erreichen, die auf die gemeinfame Achfe Φ gefetzt find und deren Längen um Bruchteile des Zahnrückens differieren. In der Regel wird der Rücklauf des Rades, wie in Fig. 2 durch eine Sperrklinke F_1k_1, die um die Achfe F_1 im feften Gliede ΦF_1 drehbar ift, verhindert und das Eingreifen der Klinken wird durch andrückende Federn gefichert. In Fig. 3 ift das doppelt wirkende Schaltwerk von De la Garouffe gezeichnet [2]. Bei diefem wirkt der um die feite Achfe A fchwingende Hebel H, an den zwei Klinken Lk, $L'k'$ gelenkig angefchloffen find und in die Kerben $\varkappa$, $\varkappa'$ eingreifen, fowohl in dem einen als in dem andern Sinne feiner Schwingungen ruckweife in einem Sinne treibend auf das Rad $\Phi\varphi$, das fich um die feite Achfe Φ mit Reibung dreht.

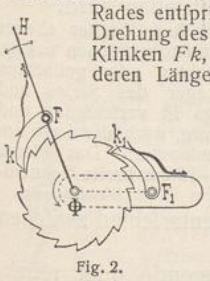


Fig. 2.

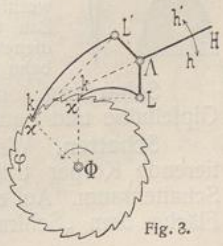


Fig. 3.

Literatur: [1] Burmefter, L., Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, S. 414, Leipzig 1888; Reuleaux, Theoretifche Kinematik, S. 446, Braun-

fchweig 1875. — [2] Machines approuvés, Année 1735, Bd. 2, S. 15; Année 1702, S. 143; Année 1707. *Burmeſter.*

Schalträder, zwei derartig mit Zähnen verſehene, ineinander greifende Räder, daß durch ſtetige Umdrehung des einen Rades dem zugehörigen andern Rade eine ſich wiederholende ruckweiſe Drehung erteilt und daß ferner dieſes Rad während der Zeit nach je einer ruckweiſen Drehung bis zur folgenden in Ruhe gehalten wird, wie z. B. bei dem Einzahnrad (ſ. d.) mit dem zugehörigen Malteſerkreuzrad, die zwei ineinander greifende Schalträder bilden; vgl. Kaiſer, Schalträder (D.R.P. Nr. 30460). *Burmeſter.*

Schaltungsarten, elektriſche, ſ. Beleuchtung, elektriſche, und Akkumulatorenſchaltungsſyſteme.

Schalung bezeichnet jede aus Brettern oder Bohlen hergeſtellte Verkleidung, ſei es, daß ſie eine Dach- oder Wandfläche zum Zweck der Aufbringung des Deckmaterials oder des Putzes abdeckt (ſ. Dachſchalung und Decken), Bd. 2, S. 678, ſei es, daß ſie wie beim Lehrgerüſt (ſ. d.) die Form der inneren Gewölbelaibung des herzuſtellenden Gewölbes angibt und die Laſt des aufgebrachten Wölbmaterials auf die Lehrbogen oder Binder überträgt, ſolange das Gewölbe nicht geſchloſſen iſt. *L. v. Willmann.*

Schaluppe, auf Kiel gebautes Segelſchiff ohne Seitenſchwerter mit einem Maſt und Kuttertakelage oder ein leichtes Schiffsboot, welches zum Rudern und Segeln eingerichtet iſt; dasſelbe führt dann zwei Maſten mit Sprietſegeln. *T. Schwarz.*

Schamfielleiſte, ſ. Scheuerleiſte.

Schamotte, ſ. Tonwaren.

Schamotteſteine, ſ. Steine, feuerfeſte.

Schandeck oder Schandeckel im Holzſchiffbau, ein horizontal liegender Plankengang, welcher die Spanthölzer in Höhe des Oberdecks waſſerdicht abdeckt.

Schanzkleid eines Schiffes, die Verlängerung der Außenkant oberhalb des Oberdecks zum Schutz der auf dem Oberdeck tätigen Matroſen gegen Seegefahr.

Schappe, eine Art Bohrer, ſ. Tiefbohren.

Schar, bei der Ziegeleindeckung, die auf der wagerechten Lattung aufgelegte einzelne Reihe Ziegel; ſ. Dachdeckung, Bd. 2, S. 506, I, A.

Schare, ſchräges Strebeholz.

Scharlachkompoſition (Zinnſolution), ſ. Zinnchloride.

Scharlachrot, ſ. Zinnober.

Scharnier dient zur Verbindung zweier Teile, die gegeneinander verdreht werden können. Der eine Teil beſitzt einen Zapfen, der andre ein den Zapfen umſchließendes Loch.

So ſind z. B. die beiden Schenkel eines Zirkels, einer Zange u. ſ. w. durch ein Scharnier verbunden. Die Scharniere treten aber auch als ſelbſtändige Glieder auf, die an den miteinander zu vereinigenden Teilen angebracht werden; ſ. Bänder, Bd. 1, S. 453. *A. Widmaier.*

Scharnierkluppe, ſ. Scherenkluppe.

Scharnierzirkel, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 397.

Scharriereiſen, ſ. Scharrieren und Werkſteinbearbeitung.

Scharrieren (Auffchlagen), Bearbeiten des Werkſteins mit einem breiten, einhändigen Eiſen, das mittels eines hölzernen Klöpfels angetrieben wird.



Das Scharrieren dient hauptſächlich zur Fertigſtellung breiter ebener Flächen, flacher und runder Profile, auch von Säulenoberflächen u. ſ. w. Die einzelnen Schläge werden auf der vorher geſtockten oder geflächten Steinoberfläche im allgemeinen winkelrecht zum Lager des Steins und möglichſt gleichmäßig geführt. Die Breite des Schlags iſt verſchieden und wechſelt je nach dem Material, ob grob- oder feinkörnig, nach der Lage am Bau u. ſ. w. von zehn bis fünf Schlägen pro Zentimeter. Das hierzu dienende Scharriereiſen (ſ. die Figur) hat eine 9—12 cm breite Schneidbahn und einen ebenſo langen Handgriff. *Weinbrenner.*

Schartung, topographiſche Bezeichnung für den Höhenunterſchied zwiſchen Gipfelhöhe und Sattelhöhe.

Schatten. Wenn Licht einer Lichtquelle auf abſorbierende oder reflektierende Körper trifft, ſo entſteht hinter dieſen ein lichtärmeres Gebiet, der Schattenraum. Auf einer den Schattenraum durchſchneidenden lichtauffangenden Fläche, dem „Schirm“, entſteht der Schatten des Körpers.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schattenumriſſe entſprechen der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts in von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen, indem ſie bei gröberer Betrachtung den Schattenraum als ein Konoid erſcheinen laſſen, das von den gemeinſamen Tangenten des leuchtenden und des beleuchteten Körpers umgrenzt wird. Ueber Abweichungen der Lichtfortpflanzung von dieſer Regel der Schattenbegrenzung ſ. Licht (Beugung des Lichtes). Je nach dem Verhältnis der Ausdehnungen der Lichtquelle und des beleuchteten Körpers und je nachdem man den Schattenraum durch die inneren oder äußeren gemeinſchaftlichen Tangenten begrenzt, ſind verſchiedene Formen des Schattenraums und Arten des Schattens zu unterſcheiden: divergente und konvergente Schattenräume, Kern-, Scheitel-, Halbſchatten. Schatten, die auf der belichteten Seite des ſchattenwerfenden Körpers gebildet werden durch den Schatten vorſpringender Teile, heißen Schlagſchatten. Von beſonderem Intereſſe ſind die Schatten der von der Sonne beleuchteten Körper. Hat eine Kugel vom Radius r, der erheblich kleiner iſt als der Radius R der Sonne, von dieſer die Entfernung e, ſo entſteht hinter der Kugel ein konvergenter Kernſchattenkegel von der Länge $l = re:(R-r)$ oder ſehr annähernd $l = re:R$. Für die Körper in der mittleren Entfernung e unſrer Erde oder unſers Mondes iſt daher nahe übereinſtimmend $l = 115\,r$, oder der Achſenwinkel des Kernſchattenkegels hat dieſelbe Größe wie der Winkel, unter welchem uns der Sonnendurchmeſſer erſcheint. Die Länge des Mondſchattenkegels kommt im Mittel der Entfernung von Erde und Mond ſehr nahe, daher die totalen Sonnenfinſterniſſe nur für ein kleines Gebiet der Erdoberfläche ſichtbar werden und dann nur annulare Finſterniſſe entſtehen, wenn die Spitze des Kernſchattenkegels nicht bis zur Erdoberfläche reicht. Auch der Kegel der inneren Tangenten der zwei Kugeln, der ſich hinter der beleuchteten Kugel divergent erweitert, beſitzt einen ebenſo großen Achſenwinkel; er begrenzt das Gebiet des den Kernſchatten umgebenden Halbſchattens. Die vom Halbſchatten des Mondes getroffenen Teile der Erdoberfläche haben partiale Sonnenfinſternis (ſ. Finſterniſſe). Der Kernſchatten- und Halbſchattenraum irdiſcher Objekte bewirken gewöhnlich zuſammen die Erſcheinung von an den Rändern verſchwommenen Schatten. Im elektriſchen Licht, falls die Lichtquelle mehr punktförmig iſt, iſt der Halbſchatten ſehr ſchmal, die Schattenränder ſind ſcharf. Wenn beim Aufgang oder Untergang der Sonne ein auf einem hohen Berge ſtehender Menſch ſeinen Schatten auf eine feine Nebelſchicht wirft, ſo bildet der Scheitelſchatten zuſammen mit dem Halbſchatten einen langen, mit der Entfernung ſich erweiternden Trichter und iſt nur dem in der Achſe des Trichters Stehenden deutlich ſichtbar. Dieſer mit der Entfernung wachſende Schatten erhebt ſich über dem als Kernſchatten mit der Entfernung verjüngten Bergesſchatten und erzeugt die phantomhafte Erſcheinung des „Brockengeſpenſtes“, zuweilen begleitet vom „Ring des Ulloa“. *A. Schmidt.*

Schattendeck oder Schirmdeck eines Schiffes, ein leichtes Schutzdeck oberhalb des Oberdecks, welches an der Bordwand von Stützen getragen wird und vornehmlich zum Schutz gegen Sonne und Regen dient. *T. Schwarz.*

Schattenkonſtruktionen. Die durch Beleuchtung eines undurchſichtigen Körpers von dieſen geworfenen Schlagſchatten (der lichtloſe Raum hinter dem Körper) und die Körperſchatten oder Selbſtſchatten (die an der Körperoberfläche, entſprechend dem ſchrägen Auftreffen der Lichtſtrahlen, allmählich abnehmende Beleuchtung bis zu jener Grenze, an welcher die Strahlen den Körperumfang tangieren) können bei Annahme einer beſtimmten Lichtquelle (Sonnenlicht mit parallelen Strahlen, Einzellicht mit von einem Punkte ausgehenden Strahlen) geometriſch konſtruiert werden.

Ueber das Verfahren ſ. Beleuchtungskonſtruktionen, Bd. 1, S. 679; vgl. a. Göller, A., Lehrbuch der Schattenkonſtruktionen und Beleuchtungskunde, Stuttgart 1895.

Schaudeich, ſ. Deichſchauung.

Schauer, 1. Schober, Schutzdach gegen Wetter und Regen, ohne Wände, nur auf Stützen ſtehend, 2. auch für Scheuer, Scheune; 3. im Bergbau ein längere Zeit andauerndes Klingelſignal bei der Schachtförderung (ſ. d.), im Gegenſatz zu einer beſtimmten Zahl aufeinander folgender Glockenſchläge. *Treptow.*

Schaufel oder Schippe, allgemeine Bezeichnung für eine an einem Stiel befeſtigte kleinere oder größere, ſpitz oder geradlinig endigende, eiſerne oder hölzerne, das Blatt genannte, Platte, die je nach ihrer Geſtalt zu verſchiedenen Zwecken dient und danach verſchiedene Bezeichnungen erhalten hat.



Fig. 1.

Die Schrotſchaufel (Fig. 1) beſitzt ein gebogenes, nach unten ſpitz zulaufendes Blatt und dient zum Schaufeln von Kies, Geröll und des mit dem Kreuzpickel gelöſten Mergels und zerklüfteten Geſteins. — Der Spaten (Fig. 2) hat ein Blatt mit geradliniger Schneide und dient zum Abſtechen von Lehm, Moor- und Torfboden. Die zum Herausſtechen und Abheben der mit dem Raſenmeſſer geſchnittenen Raſenſtücke oder Raſenziegel dienende Raſenſchaufel hat eine ſcharfe, geradlinige, 0,3 bis 0,4 m breite Schneide und ein kräftiges Blatt; ſ. a. Wurfſchaufel. *L. v. Willmann.*



Fig. 2.

Schaufelkranz, ſ. Dampfturbinen und Waſſermotoren.

Schaufelrad, ſ. Propeller und Waſſermotoren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schaufenſter, Auslagefenſter an ſtädtiſchen Kaufläden, eine tunlichſt große und weite Oeffnung, welche den Zweck hat: a) eine ausgiebige Zuleitung von Tageslicht, b) eine für den Käufer anziehende Schauſtellung der Waren, c) Sicherheit gegen Einbruch und d) Schutz gegen Beſchädigung der Waren durch die Sonnenſtrahlen zu gewähren. Die Umrahmung ſoll geeignet ſein, geſchäftliche Inſchriften anzubringen.

Dies ſucht man zu erreichen 1. durch tunlichſte Ausdehnung des Fenſters über die ganze Breite und Höhe der gegen die Straße gerichteten Seite des Kaufladens, ſ. [5]; 2. durch Beſchränkung der Stützen, ſeien ſie aus Stein oder Gußeiſen auf den geringſten Querſchnitt und 3. durch Herſtellung des oberen Abſchluſſes aus hohen, ſtarken Eiſenträgern, welche die Aufbringung der Mauermaſſen der oberen Stockwerke mit Sicherheit geſtatten. Die Erkenntnis, daß anziehende Schaufenſterausſchmückungen einen großen Anreiz auf die Kaufluſt des Publikums ausüben, führte zu immer weitergehender Ausführung eigenartiger und wirkungsvoller Ladenfronten an den Kaufhäuſern der Großſtädte. Dabei ſoll die architektoniſche Umrahmung gefällig und elegant ſein. Beſonders geeignet hierfür ſind polierter Granit oder Marmor, um ſo mehr, als die Verkleidung der Eiſenträger mit dem gleichen Material erfolgen kann, und hierauf das Anbringen von Namen und Inſchriften von beſter Wirkung iſt (Fig. 1 und 2). — Zu einer günſtigen Schauſtellung iſt der Glasverſchluß aus tunlichſt großen Spiegelſcheiben zu bilden, welche bis zu einer Größe von 12—16 qm angefertigt werden. Doch iſt es aus konſtruktiven und finanziellen Gründen beſſer, ſich mit einer Breite von 2,0—2,5 m zu begnügen. Die Umrahmung der äußeren Scheiben wie die innere Wandbildung oder der Glasverſchluß beſtehen aus Holz. Die Anordnung der Auslage iſt nach der Art der Waren zu geſtalten, und dabei zu beachten, daß die Schäfte oder Geſtelle möglichſt wenig von dem einfallenden Lichte aufhalten und daß ferner die künſtliche Beleuchtung von günſtiger Wirkung ſei. — Als Sicherheitsvorkehrung dienen hölzerne und eiſerne Laden,

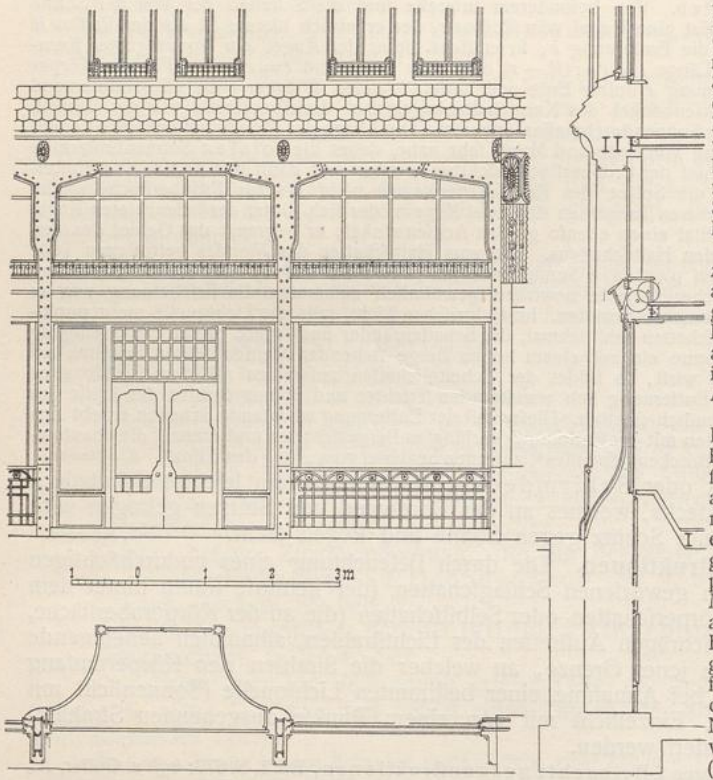


Fig. 1. München, Bayerſtraße 43 (Entwurf von Prof. M. Dülfer, München).

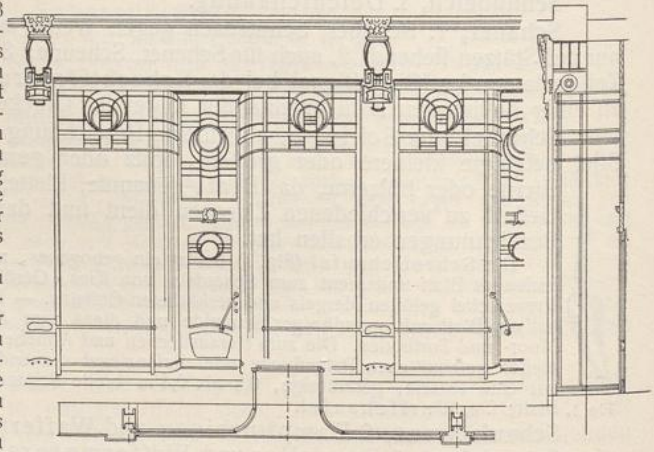


Fig. 2. Cöln a. Rh., Habsburgerring 12 (Entwurf von Arch. M. Rottländer, Cöln-Lindenthal).

entweder in Form von einzelnen Vorſetzladen oder als Klappladen, welche in geöffnetem Zuſtande in Leibungen oder Niſchen liegen; ferner Rolladen (ſ. d.) aus Holz oder Wellblech [4] und [2]. Zu beachten iſt ferner der Plattenverſchluß (Syſtem Mayllard) mit Kurbelbetrieb [3]. Der Schutz gegen Sonnenſtrahlen wird bewirkt durch Blendrahmen oder innere Vorhänge, ferner durch äußere Markiſen oder durch Zugjalouſien (ſ. Fenſterladen, Bd. 3, S. 695). Ueber die künſtliche Beleuchtung der Schaufenſter und Verhinderung des dabei auftretenden Beſchlagens der Scheiben ſ. [2], S. 791.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884, S. 1037 ff. — [2] Ebend., Bd. 1, 2. Teil, Berlin 1891. — [3] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 3, 1. Heft, Darmſtadt 1896. — [4] Muſterbuch von C. Leins & Co., Stuttgart. — [5] Das Schaufenſter, ausgeführte moderne Schaufenſteranlagen, Wolfrum-Düſſeldorf 1906. — [6] Metzger, M., Moderne ſchmiedeeiſerne Schaufenſterkonſtruktionen, Lübeck. *Weinbrenner.*

Schaulinien, ſ. Diagramm, Zerreißverſuch.

Schaulinienzeichner, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 723.

Schaumkalk, oolithiſcher Kalkſtein (ſ. d. und Oolith).

Schauſpielhaus, ſ. Theater.

Schawatte (Unteramboß), ſ. Schabotte.

Schawine (Schabine), ſ. Bronzefarben.

Schebeckenſegel, ein Segel für kleine Fahrzeuge und Boote, welches an einer geneigten Raa gefahren wird und in der Form ein Zwiſchenglied zwiſchen Luggerſegel und Lateinſegel bildet. *T. Schwarz.*

Scheel, ſ. v. w. Wolfram (ſ. d.).

Scheelit (Schwerſtein, Tungſtein), Mineral, wolframſaurer Kalk, WO_4Ca (19,45 % CaO, 80,55 % WO_3).

Kriſtalliſiert quadratiſch (oktaederförmig); auch derb. Farblos, grau, gelb, braun; durchſichtig bis durchſcheinend; fett- bis glasglänzend. Muſchelig brechend. Härte 4½—5; ſpez. Gew. 5,9—6,2. Schwer ſchmelzbar; löslich in warmer Salpeterſäure. Im Urgebirg mit Zinnſtein zuſammen, beſonders in Connecticut. Wird zur Darſtellung von Wolframſäure benutzt. *Leppla.*

Scheelſches Grün (Aſchengrün, Braunſchweigergrün, Erdgrün, Grüne Erde, Neuwiedergrün, Schwediſchgrün), giftige grüne Körperfarbe, arſenigſaures Kupferoxyd. *Andés.*

Scheffel, Getreidemaß, in Baden = 1,5000, Bayern = 2,2236, Preußen = 0,5496, Sachſen = 1,0383, Württemberg = 1,7723, Oeſterreich = 0,6149 hl.

Scheibe, allgemein eine meiſt rechteckige oder kreisförmige Platte, deren Dicke im Verhältnis zur Fläche gering iſt. Im Bauweſen ein mit ſenkrecht ſtehendem Stiel verſehenes quadratiſches Brett von etwa 30 cm Seitenkante, das zur Aufnahme des Mörtels beim Bewerfen (Abputzen) einer Mauer dient.

Mit beſonders vorangeſetzten Bezeichnungen entſtehen andre Begriffe; vgl. z. B. Fenſter-, Herz-, Kurbel-, Leer-, Los-, Plan-, Reib-, Riemen-, Seil-, Stufen-, Unterlags- u. ſ. w. Scheiben in den Einzelartikeln. *L. v. Willmann.*

Scheibe, fliegende, eine am Ende einer Welle außerhalb der Lager ſitzende Scheibe. Solche Anordnung erleichtert das Aufbringen eines endloſen Riemens oder Seiles, erfordert aber zu ruhigem Gang ſolide Konſtruktion der Welle und ihrer Lagerung (ſ. Achſen im Maſchinenbau, Bd. 1, S. 66, Fig. 1).

Scheibendiagramm, ſ. Stufenſcheibe.

Scheibengatt, Oeffnung — Gatt — im Schanzkleid, in einem Rundholz oder einem Blockgehäuſe zur Aufnahme der Scheibe, ſ. Block.

Scheibenkolben, im Gegenſatz zu Tauchkolben doppelſeitig wirkend; ſ. Dampfkolben, Pumpenkolben und Platten.

Scheibenpfähle, gußeiſerne Röhrenpfähle, an deren unterſtes Röhrenſtück eine kreisförmige Fußſcheibe angegoſſen iſt (ſ. Pfähle).

Scheibenſchneider (Ring- und Scheibenſchneider) dienen zum Ausſchneiden von Scheiben oder Ringen aus Pappe, Gummi-, Filz- oder Aſbeſtplatten (Fig. 1), die durch Handrad und Schraubenſpindel auf der Tiſchplatte niedergehalten werden, während die Meſſer, durch Handkurbel- und Kegelrädergetriebe in kreiſende

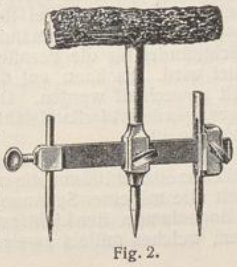


Fig. 2.



Fig. 1.

Bewegung verſetzt, mittels Handhebels niedergedrückt werden. Die Meſſer können an dem horizontalen Arm verſtellt werden. Fig. 2 zeigt einen einfachen Scheibenſchneider. *A. Widmaier.*

Scheibenſignale, ſ. Bahnzuſtandsſignale.

Scheibenſtuhl (Wiperſtuhl), ſ. Weberei.

Scheibenzug (Scheibenziehbank), ſ. v. w. Drahtleier, Leierziehbank; ſ. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 24.

Scheidearbeit, ſ. Aufbereitung.

Scheidekamm, ſ. Weberei.

Scheidemauern, 1. die oberen Umfaſſungsmauern des Mittelſchiffs einer Kirche; 2. alle im Innern eines Gebäudes die verſchiedenen Gelaſſe trennenden Mauern.

Scheidenagel im Holzſchiffbau, ein in die Naht einer Kiellaſche getriebener Holznagel, welcher verhindert, daß Waſſer durch die Naht ins Schiff dringt.

Scheidepfannen, ſ. Zuckerfabrikation.

Scheideſchlamm der Zuckerfabriken, der bei der Scheidung des Saftes ſich ergebende Kalkſchlamm, zur Kompoſtbereitung verwendet. Er enthält hauptſächlich Kalk, und zwar bis 25%, 1—1,5% Phosphorſäure und 0,4—0,7% Stickſtoff (ſ. Kälken). *Weitz.*

Scheidewaſſer, ſ. Salpeterſäure.

Scheinbar unbeſtimmte Formen, ſ. Unbeſtimmte Formen.

Scheindiamant, ſ. Quarz.

Scheinminen, ſ. Seeminen.

Scheinwerfer, elektriſche, beſtehen in der Hauptſache aus einer elektriſchen Bogenlampe in Verbindung mit einem Lichtſammler zur Konzentrierung der Lichtſtrahlen. Die Bogenlampe wird mit Gleichſtrom betrieben, und deren Kohlenſtäbe ſind ſo in ihren Achſen gegeneinander verſetzt, daß der Krater der poſitiven Kohle ſeitlich ausbrennt und ſein volles Licht gegen den Lichtſammler wirft.

Anfänglich benutzte man als Lichtſammler Metallſpiegel von paraboliſcher Form. Da jedoch bei Metallſpiegeln eine genaue Konzentrierung der Lichtquelle im Brennpunkt ſchwierig iſt, auch die Spiegel ſelbſt infolge der Erwärmung durch das Bogenlicht ſich ausdehnen und verziehen, ſo verwendete zuerſt Mangin einen Glasſpiegel, deſſen Begrenzung zwei Kugelflächen von verſchiedenem Halbmeſſer bilden, und deſſen hintere Fläche verſilbert iſt. Die Lichtſtrahlen werden von der in dem Mittelpunkt der inneren Kugelfläche aufgeſtellten Lichtquelle auf den Spiegel geworfen, von der verſilberten Fläche reflektiert und treten dann nach weiterer Brechung aus dem Apparat in einem parallelen Büſchel heraus. Die Vorzüge dieſer Spiegellinſe, genaue Zentrierung und große Gleichmäßigkeit des Lichtbündels ſowie günſtige Streuung des Lichts bei Verſchiebung der Lichtquelle aus dem Brennpunkt, machte ſie zur Verwendung für Scheinwerfer ſehr wertvoll, ſo daß in kurzer Zeit ihre Einführung in faſt allen Kriegsmarinen durch die Firma Sautter-Lemmonier erfolgte. Schuckert-Nürnberg gelang es, einen Glasſpiegel genau paraboliſch zu ſchleifen und in einer verhältnismäßig geringen Glasſtärke herzuſtellen. Dieſer dem Mangin-Spiegel überlegene Spiegel wird von zwei anſcheinend gleichen paraboliſchen Flächen begrenzt, und die Rückſeite trägt einen Silberbelag. Die Streuung der Lichtſtrahlen wird durch dieſen Spiegel auf ein Minimum beſchränkt. Das reflektierte Strahlenbüſchel iſt ſehr gleichmäßig, an ſeiner Peripherie ſcharf begrenzt und ohne Farbenſtreuung; auch verringert ſich bei dem Parabolſpiegel die Brennweite erheblich, ſo daß auch hierdurch die Intenſität des reflektierten Strahlenbüſchels ſich ſteigert.

Im Mangin-Scheinwerfer iſt die Bogenlampe ſo aufgeſtellt, daß die Kohlenſtäbe in einem Winkel von 60° gegen die Horizontalebene geneigt ſind, während im Schuckertſchen Apparat ſich die Kohlenſtäbe horizontal in der Achſe des Spiegels befinden. Um zu verhindern, daß der Voltaſche Lichtbogen bei dieſer Anordnung durch die aufſteigende heiße Luft nach oben abgelenkt wird und einen ſchiefen Krater erzeugt, iſt unterhalb des poſitiven Kohlenſtabes ein Segment aus Flacheiſen angebracht, welches, durch den Strom magnetiſch gemacht, den Flammenbogen nach unten zieht. Um die Streuung der vom Spiegel reflektierten Strahlen regulieren zu können, paſſieren dieſelben zwei zueinander parallel ſtehende Syſteme von plankonvexen Zylinderlinſen, den ſogenannten Doppelſtreuer, welche einander genähert oder voneinander entfernt werden können, ſo daß das Lichtbündel für die Fernſtellung faſt zylindriſch, für die Nahſtellung in einem Lichtkegel entſendet wird. Es kann auf dieſe Weiſe der Streuungsgrad des Scheinwerfers nach Belieben jederzeit gewechſelt werden. Die Glasparabolſpiegel haben gegen die Erſchütterungen beim Schießen genügende Widerſtandsfähigkeit gezeigt, ſo daß ein Entfernen derſelben beim Schießen nicht notwendig iſt.

Die Scheinwerfer kommen in verſchiedenen Größen und Lichtſtärken zur Anwendung, und die Spiegeldurchmeſſer ſchwanken zwiſchen 30 und 100 cm, die entſprechenden Lichtſtärken zwiſchen 20000 und 50000 Kerzen. Sie arbeiten alle mit einer Spannung von 45 bis 55 Volt und erfordern 20 bis 150 Ampère Stromſtärke. Die Bogenlampe, der Lichtſammler ſowie die Streulinſen werden in einem Gehäuſe von Blech eingebaut, welches mittels zweier horizontaler Pivotzapfen in einem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gabelförmigen Geſtell gelagert iſt; letzteres iſt wiederum um einen vertikalen Pivotzapfen oder mittels zweier Stahlkugelkränze auf einem Unterſatz drehbar, ſo daß die Achſe des Lichtbündels nach jeder Richtung eingeſtellt werden kann. Beide Bewegungen erfolgen durch Schnecke und Schneckenradgetriebe mittels eines Handrades oder, falls der Scheinwerfer von einem entfernt liegenden Ort eingeſtellt werden ſoll, durch zwei kleine Elektromotoren, welche durch einen Umſchalter in Betrieb geſetzt werden (Syſtem Schuckert). Die Geſchwindigkeit der Elektromotoren kann mit Hilfe von Regulierwiderſtänden auf die Zeit von 12 Sekunden bis 8 Minuten für eine Vollumdrehung eingeſtellt werden.

Die Aufſtellung der Scheinwerfer an Bord der Schiffe erfolgt teilweiſe in den Marſen der Maſten, teilweiſe in Höhe des Brückendecks oder aber im Batteriedeck. In letzterem Falle ſind die Scheinwerfergeſtelle fahrbar eingerichtet und werden dieſelben im Gebrauchsfalle durch Seitenpforten auf beſondere Podeſte ausgefahren. Die hohen Aufſtellungsorte haben den Vorteil, daß die auf Deck befindlichen Perſonen weniger durch den Lichtkegel geblendet werden, während bei den niedrig über Waſſer aufgeſtellten Scheinwerfern beim Verfolgen des herankommenden Feindes die Elevation nicht geändert zu werden braucht. Die Zahl der Scheinwerfer für ein Schiff ſchwankt von 1 bis 6. — In der Handelsmarine kommen die Scheinwerfer nur vereinzelt zur Anwendung für Bergungsdampfer und im beſonderen bei Fahrten durch den Suezkanal zur Beleuchtung der Kanalſtrecke voraus. — Neben der Beleuchtung des Vorfeldes dienen die Scheinwerfer auch für die optiſche Telegraphie, indem man Strahlenkegel in die Luft entſendet und dieſelben in beſtimmten Zeiträumen abblendet. Bei den Schuckertſchen Scheinwerfern erfolgt das Abdunkeln des Lichtkegels durch einen zum Wegnehmen eingerichteten Jalouſieverſchluß. Neuerdings hat die von Schuckert erfundene Irisblende allgemeinen Eingang gefunden. Sie bildet einen zuverläſſigen lichtdichten Abſchluß und beſitzt genügende Widerſtandskraft gegen die Erwärmung des Lichtbogens. S. a. Bogenlampen.

Literatur: [1] Mitteilungen aus dem Gebiete des Seeweſens; Burſtyn, Vergleichende Verſuche mit Mangin- und Schuckert-Projektoren, Pola 1892. — [2] Ebend., Heinz, Die elektriſchen Scheinwerfer zur See, Pola 1894. — [3] Krell, Der gegenwärtige Stand der Scheinwerfertechnik, Jahrbuch der Schiffbautechniſchen Geſellſchaft, Berlin 1905. *T. Schwarz.*

Scheifegel, ein Raafegel für Vollſchiffe und Vier- und Fünfmaſter, welches bei leichter Briſe über dem Royal- oder Oberbramſegel gefahren wird.

Scheitel, der höchſte Teil der Laibungsfläche eines Gewölbes oder Mauerbogens. Scheitelpunkt der höchſte Punkt der Wölblinie. Scheitellinie die Verbindungslinie der aufeinander folgenden Lagen der Scheitelpunkte oder die vom Scheitelpunkt der Wölblinie bei Erzeugung der Laibungsfläche eines Gewölbes beſchriebene Linie. *L. v. Willmann.*

Scheitelgelenk, ſ. Bogen, Bogenfachwerk, Bd. 2, S. 155, 157, 162, 154, 174; Gelenke bei Ingenieurkonſtruktionen, Bd. 4, S. 358.

Scheitelſtrecke, die oberſte, eine Waſſerſcheide überſetzende Haltung eines Schiffahrtskanals (ſ. d.).

Schellack, ſ. Gummilack, Bd. 4, S. 678.

Schelleiſen, ſ. Nieten, Bd. 6, S. 615.

Schellhammer, ſ. Schälhammer, Niethammer, Nieten.

Schemel, die Fußtritthebel im Handwirkſtuhle; ſ. Wirkerei.

Schenkel, bei der Takelage eines Schiffes ein Tauende, welches an einem Rundholz oder am Schiff befeſtigt iſt und an dem andern Ende einen einfachen Block trägt, z. B. Braßſchenkel, welche an den Nocken der Raa befeſtigt ſind.

Scherben, in der Keramik, der gebrannte oder ungebrannte Ton; letzterer wird zur Unterſcheidung von erſterem meiſt roher Scherben genannt.

Scherbenkalk, ſ. Kalkſtein, Bd. 5, S. 298.

Scherbenkobalt, ſ. Arſen.

Schere, 1. in der Geologie, eine in einem Kohlenflöz liegende Geſteinsſchicht; 2. der zwiſchen unregelmäßig geformten Mauerſteinen bleibende Raum, der ausgezwickt, d. h. mit kleinen Steinen ausgemauert wird; 3. als Holzverbindung (ſ. Scherzapfen); 4. ſ. v. w. Stelleiſen, ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 82.

Scheren, Arbeitsverfahren zum Zerteilen von Arbeitsſtücken, das dadurch gekennzeichnet iſt, daß die Arbeitsſtücke zwiſchen zwei Druckbacken (Scherbacken, Schermeſſer), die links und rechts der Trennungsfläche ſich befinden und gegeneinander bewegt werden, einem Druck ausgeſetzt werden, wodurch der eine Teil von dem andern abgedrückt (abgeſchert) wird. Die Vorrichtungen zu dieſem Zwecke heißen Scheren.

Die Scherblätter dürfen nicht aufeinandertreffen, ſollen aber möglichſt nahe aneinander vorbei ſich bewegen, damit, beſonders bei dünneren Arbeitsſtücken, kein Kippen und Einklemmen dieſer zwiſchen die Scherbacken vorkommt. Um dieſen Uebelſtand zu vermeiden und um neben der abſcherenden Wirkung der Scherblätter auch eine ſchneidende (ſ. Schneiden) zu erzielen, werden die unteren Flächen der Scherblätter ſchräg zur Schnittrichtung angeordnet,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wodurch der Bruſtwinkel β (Fig. 1) entſteht. In der Regel läßt man die in der Schnittrichtung liegenden Flächen der Scherblätter von ihren Schneidkanten aus um einen kleinen Winkel i zurücktreten, um die Reibung zwiſchen Scherblättern und Arbeitsſtück zu vermindern (Schneidwinkel der Scherblätter $\alpha = \beta - i$).

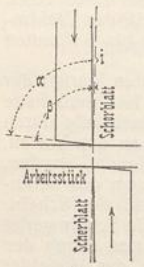


Fig. 1.

Der Schnitt erfolgt entweder in der ganzen Breite der Schnittfläche zugleich oder (bei breiten Schnittflächen) allmählich fortſchreitend, um den Widerſtand zu vermindern. Die Scherblätter bewegen ſich entweder in Führungen, ſo daß die verſchiedenen Lagen der Schneidkante des bewegten Meſſers parallel zueinander ſind (Parallel-, Rahmen-, Gleis- oder Schlittenſcheren) oder um einen Drehpunkt (Hebel- oder Gelenkſcheren).

Die Form der Schneidkanten der Scherblätter iſt in der Regel geradlinig oder ſchwach gekrümmt. Ueber Scherblätter mit profilierten Kanten ſ. Profileiſenſchere Fig. 42; Scherblätter mit kreisrunder Schnittkante kommen bei den Kreisſcheren Fig. 32, bei Streifenſcheren (zum Zerlegen von Blechen u. ſ. w. in ſchmale Bänder), Fig. 38, und bei Blechſcheren, Fig. 36 (gerades Scherblatt und in einem verſchiebbaren Schlitten gelagertes kreisrundes Scherblatt) vor. Scherblätter mit ſchraubenförmiger Schnittkante finden ſich bei Raſenmähmaſchinen [2] und Tuchſchermaſchinen (ſ. Tuchfabrikation und [2]) vor.

Man kann von Hand (entlang der Schnittfläche) geführte Scheren und Geſtellſcheren, ferner bei letzteren zwiſchen Scheren mit Hand-, Fuß- oder Kraftbetrieb unterſcheiden. Die Scheren können (von den Kreisſcheren u. ſ. w. abgeſehen) ebenſo wie die Lochmaſchinen als Preſſen betrachtet werden, und es gilt deshalb ſinngemäß das über die Preſſen S. 207 ff. und Lochmaſchinen (ſ. Lochen), Bd. 6, S. 178 ff., Bemerkte. Entſprechend der bei den Preſſen gegebenen Einteilung kann man nach den bei der Bewegungs- und Kraftübertragung (mit Ausnahme des für Scheren nicht benutzten Schraubenſpindel- und Zahnſtangenmechanismus) verwendeten Mitteln Hebel-, Exzenter- und Kurbelſcheren, Scheren mit Betrieb durch unrunde Scheiben und Kolbenſcheren (in der Regel mit hydrauliſchem Betrieb) unterſcheiden; Beiſpiele für dieſe verſchiedenen Arten von Scheren ſind unten gegeben. — Die Exzenter- und Kurbelſcheren eignen ſich beſonders für größere Hubzahlen, während die hydrauliſchen Scheren vorzugsweiſe zur Ueberwindung beträchtlicher Widerſtände Verwendung finden. Die hydrauliſchen Scheren haben den Vorteil, daß man während des Schneidens die Bewegung des Meſſerſchlittens unterbrechen kann, während dies bei den Kurbelſcheren in der Regel nicht möglich iſt. — Die von einer rotierenden Welle aus angetriebenen Scheren erhalten in der Regel eine beſondere, im Getriebe der Schere angeordnete Ausrückvorrichtung; ſie beſteht z. B. in einer Klauenkupplung, deren Ausrückung in der Regel durch die Schere ſelbſt geſchieht. Bei den Exzenter- und Kurbelſcheren erfolgt die Ausrückung gewöhnlich in folgender Weiſe: Die Schubſtange (Druckſtelze) iſt um einen Betrag verkürzt, daß ihr unteres Ende bei ihrer Abwärtsbewegung den Schlitten nicht berührt; ſoll der Schnitt erfolgen, ſo wird in der höchſten Stellung der Druckſtelze der zwiſchen ihr und dem Schlitten vorhandene freie Raum durch ein Klötzchen, das verſchiebbar am Schlitten angeordnet iſt, ausgefüllt. In gleicher Weiſe wird verfahren, wenn an Stelle der Druckſtelze eine Kurbelſchleife zur Bewegung des Schlittens verwendet wird. Bei ungekürzter Druckſtelze kann die Unterbrechung dadurch erfolgen, daß in dem Schlitten ſeitwärts der Stelze, gegen welche die Druckſtelze wirkt, eine Ausſparung vorhanden iſt, ſo daß ſie bei ſeitlicher Ausſchwenkung mit ihrem unteren Ende in dieſe Ausſparung hineinſchwingen kann. Man hat ferner Druckſtelzen mit Gelenken konſtruiert, ſo daß eine Knickung der Druckſtelze ſtattfinden kann, ſolange kein Schnitt bewirkt werden ſoll [1]. — Bei breiten Meſſerſchlitten, die zwei Druckſtelzen erfordern (vgl. Fig. 13 und 14), kann es bei etwas verſpätetem Einrücken vorkommen, daß nur eine Druckſtelze zur Wirkung kommt, wodurch in der Regel die Schere beſchädigt wird.

Die Geſtelle ſind entweder einſeitig offen (C-förmig) oder geſchloſſen (torartig). Durch entſprechende Geſtaltung des Geſtells, wie z. B. in Fig. 10, 21 und 22 dargeſtellt, iſt es möglich, Bleche von unbegrenzter Länge und Breite zu durchſchneiden; der eine Teil des Blechs bleibt eben, während der andre nach abwärts gebogen wird. Um das Zurückfedern des abgebogenen Blechteils zu vermeiden und damit das Vorſchieben des Blechs zu erleichtern, ordnet man an den Blechſcheren automatiſche Blechauseinanderhaltungen an, aus einer T-förmigen Stange beſtehend, deren langer Schenkel unter Federdruck ſteht und deren beide kurze Schenkel ſich beim Rückgang des Scherblatts zwiſchen die durch den Scherſchnitt getrennten Teile einlegen; beim Vorſchieben des Blechs wird die Feder wieder geſpannt. — Die Geſtelle werden teils ganz aus Gußeiſen, teils aus Stahlguß, teils aus Gußeiſen oder Stahlguß in Verbindung mit Stahlblechen ausgeführt.


Fig. 2.

In der nachfolgenden Aufzählung ſind mit Ausnahme der für ſich behandelten Kreisſcheren die Scheren in Gruppen nach ihrem hauptſächlichſten Verwendungszweck eingeteilt.

A. Blechſcheren.

1. **Von Hand geführte Blechſcheren** (Handſcheren) zeigen Fig. 2 (mit geraden Scherblättern) und Fig. 3 (gekrümmte Scherblätter).

2. **Geſtellblechſcheren für Handbetrieb.** Bei den Scheren Fig. 4 und 5 ſitzt das bewegliche Scherblatt an einem einarmigen Hebel: Fig. 4 Stockſchere (der Arm des unteren Blatts wird in einem Holzſtock u. ſ. w. befeſtigt), Fig. 5 Tafelſchere (*a* Tiſch mit unterem Schermeſſer, *b* bewegliches


Fig. 3.

Schermeſſer, *c* Gegengewicht, *d* Handgriff, *e* verſtellbarer Anſchlag, *f* ſeitlicher Anſchlag. — Bei den Scheren Fig. 6—9 ſitzt das bewegliche Scherblatt an einem doppelarmigen Hebel: Fig. 7 Stockſchere (nach Bedarf mit einfacher oder doppelter Hebelüberſetzung zu gebrauchen), Fig. 8 Blechſchere (der um den Bolzen *l* drehbare Schenkel *b* kann direkt durch den Handgriff *k* oder unter Vermittlung der Druckſtrebe *i* durch den um *g* drehbaren Hebel *h*



Fig. 4.



Fig. 5.

betätigt werden; *a* Arbeitsſtück, *e* feſtes Schermeſſer, *f* an der Schere angenieteter Fuß zum Befeſtigen der Schere auf dem Tiſch, *c* auf den Stangen *d d* verſchiebbarer Anſchlag); Fig. 9 Blechſchere mit Kniehebel *f g h*. — Bei der Schere Fig. 10 iſt das Obermeſſer *h* an einem Schlitten befeſtigt, der mittels eines auf der Welle *b* ſitzenden Exzenters geſenkt und gehoben wird; die Verdrehung der Exzenterwelle *b* erfolgt mittels des Handhebels *a* entweder bei geringem Widerſtand mit Hilfe der auf das Schaltrad *m* wirkenden Schaltklinke *g* oder bei ſtarkem Widerſtand unter Zwiſchenſchaltung des um *d* drehbaren Zahnbogens *c* durch die Schaltklinke *e*. Zum Zurückziehen des Schermeſſers wird der Hebel *a* mit dem Schaltrad *m* durch einen in das Loch *k* geſteckten Bolzen verbunden; *f* iſt Sperrklinke. Das Geſtell dieſer Schere iſt zum Schneiden beliebig langer Blechtafeln eingerichtet (ſ. oben). — Um eine weitere Abſtufung in der Schnittgeſchwindigkeit

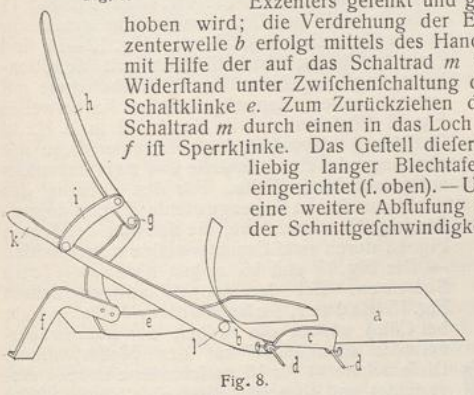


Fig. 8.

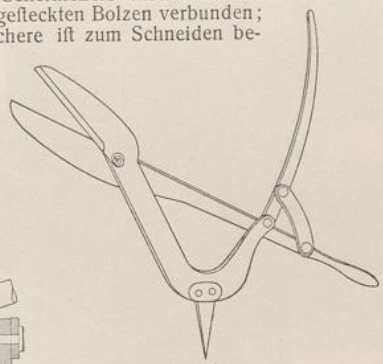


Fig. 7.

und Anpaſſung an den Widerſtand zu erzielen, werden auch an Stelle des einen Schaltrads *m* zwei Schalträder verſchiedenen Durchmeſſers nebeneinander auf der Exzenterwelle angeordnet, entſprechend

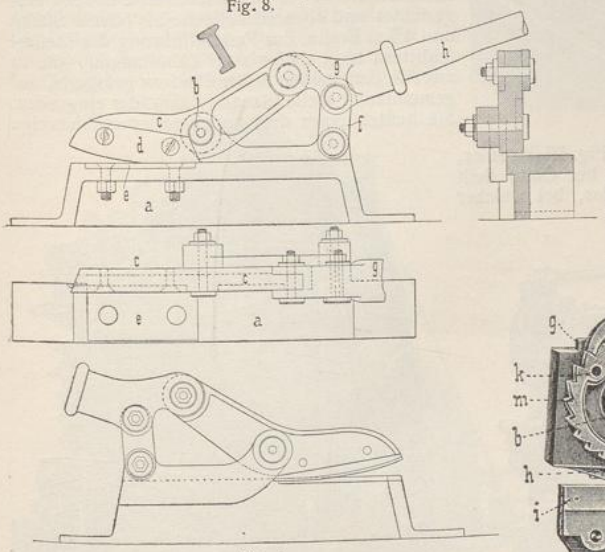


Fig. 9.

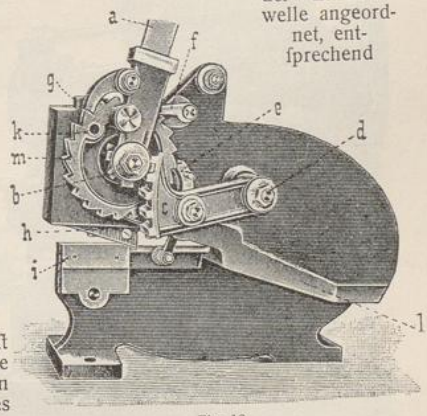


Fig. 10.

Fig. 18, Bd. 6, S. 180. Bei einfacheren Scheren iſt der Handhebel unmittelbar mit der Exzenterwelle verbunden (ſ. Fig. 15, Bd. 6, S. 180). Bei andern Scheren ähnlicher Art erfolgt die Bewegung des Schlittens durch einen einarmigen Hebel, an deſſen

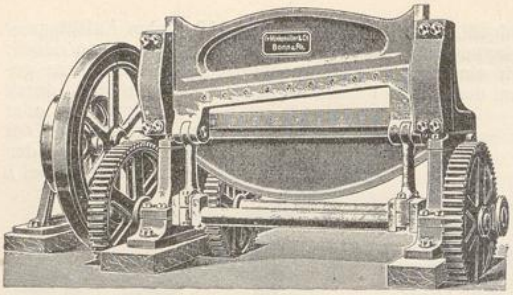


Fig. 12.

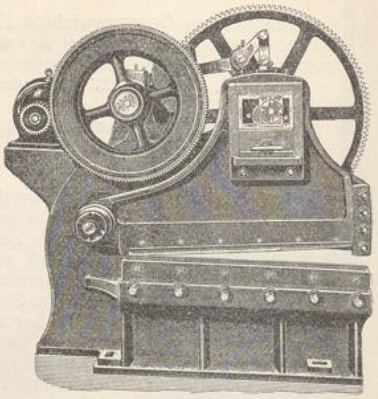


Fig. 11.

Ende ein Zahnbogen befeſtigt iſt, in den ein vom Handhebel gedrehtes Zahnrad eingreift oder deſſen Ende in einem Lager den am unteren Ende verzahnten Handhebel trägt, der in einen am Geſtell befeſtigten Zahnbogen eingreift.

3. **Geſtellblechſcheren für Kraftbetrieb.** Wir unterſcheiden:

a) Blechſcheren mit langen Meſſern (Plattenſcheren). Fig 11 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) zeigt eine Feinblechhebelſchere (einarmiger Hebel mit Kurbelbetrieb). In den Fig. 12—14 ſind Exzenter bezw. Kurbelſcheren mit Schlittenbewegung dargeſtellt: Fig. 12 Kurbelſchere mit untenliegender, doppeltgekröpfter Kurbelwelle; Fig. 13 (Maſchinenfabrik Sack, G. m. b. H. in Düſſeldorf) doppelſtändrige Exzenterſchere mit obenliegender Exzenterwelle und zwei Exzentern auf gemeinſamer Welle. Für den Rückzug des Schlittens dienen Gegengewichte; Fig. 14 doppelſtändrige Exzenterſchere, die ſich von der Schere Fig. 13 durch zwei Exzenterwellen unterſcheidet. — Die Fig. 15 und 16 zeigen hydrauliſche Scheren. Bei der doppelſtändrigen Schere Fig. 15 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) wirken die Kolben der Druckwaſſerzylinder unmittelbar auf den Meſſerſchlitten. Dieſe Schere iſt für 15 verſchiedene Drücke eingerichtet und ſchneidet Bleche bis 50 mm Stärke und 4,5 m Breite. Zur Parallelführung des Meſſerſchlittens trägt dieſer zwei Zahnſtangen, die in zwei in den beiden Seitenſtändern gelagerte, auf gemeinſamer Welle ſitzende Zahnräder eingreifen. Sie beſitzt ferner drei voneinander unabhängige

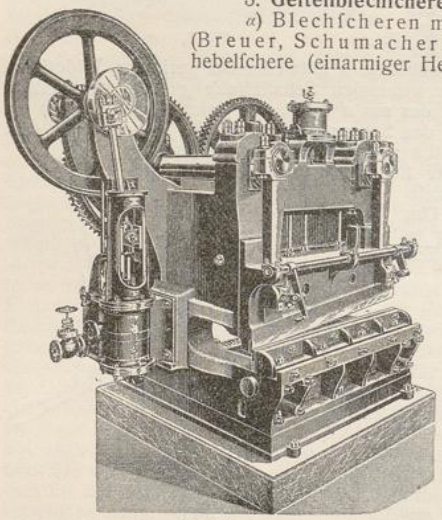


Fig. 14.

hydrauliſche Blechniederhalter. Fig. 16 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) ſtellt eine hydrauliſche Blechſchere dar, bei welcher

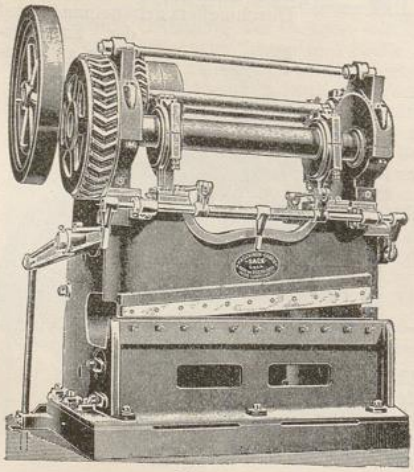


Fig. 13.

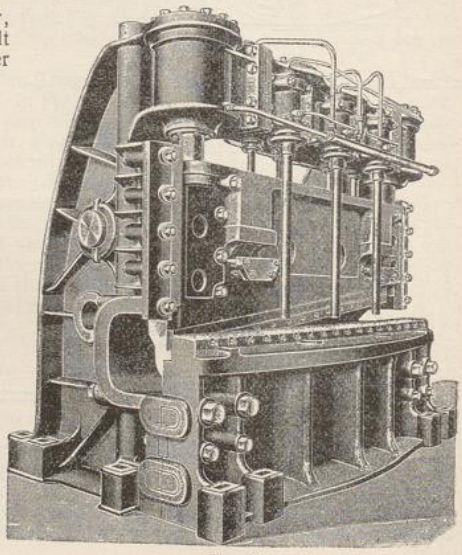


Fig. 15.

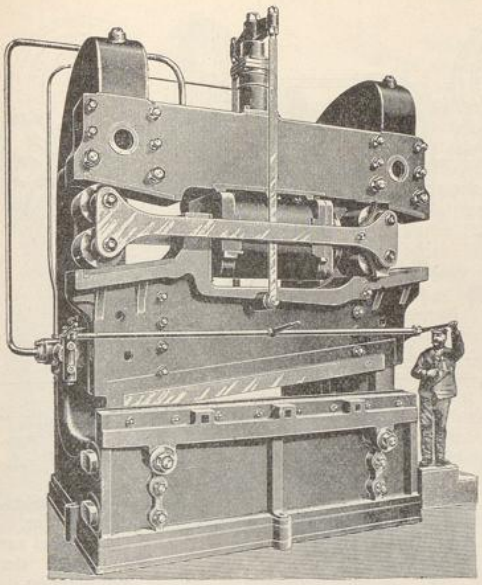


Fig. 16.

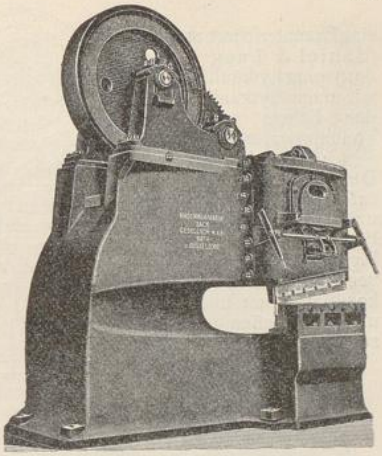


Fig. 18.

der hydraulifche Zylinder wagerecht zwifchen der oberen, die beiden feitlichen Ständer verbindenden Traverfe und dem Meffertchlitten angeordnet ift. Der Kolben ift mit einem Geftänge in Verbindung, das vier Druckrollen trägt, die auf fchräge Flächen der Traverfe und des Schlittens drücken. Der Rückzug erfolgt hydraulifch mit Hilfe des in der Mitte der oberen Traverfe angeordneten Zylinders, deffen Kolben durch Zugftangen mit dem Meffertchlitten verbunden ift.

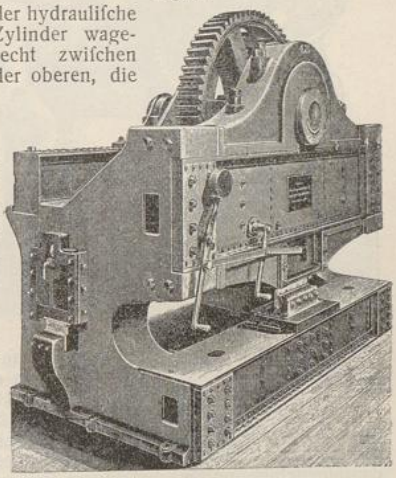


Fig. 19.

β) Blechfcheren mit kurzen Meffern. Von diefen zeigt Fig. 17 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) eine Blechfchere, bei welcher der Meffertchlitten durch eine unrunde Scheibe unter Vermittlung eines doppelarmigen Hebels erfolgt. Bei der Exzenterblechfchere Fig. 18 befitzt der Ständer Ausladung nach zwei Seiten. Mit zwei Ständern ausgeftattet find die doppelftändrigen Blechfcheren Fig. 19 und 20, von denen Fig. 19 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln)

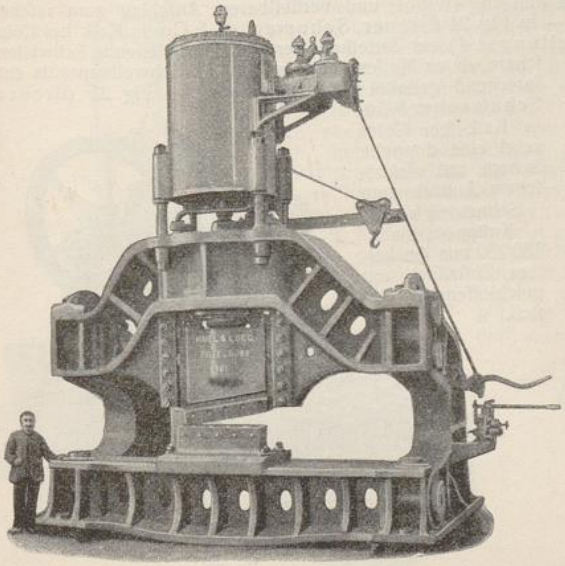


Fig. 20.

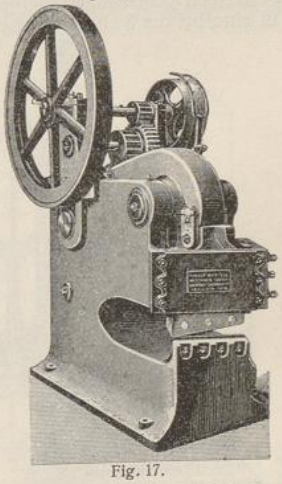
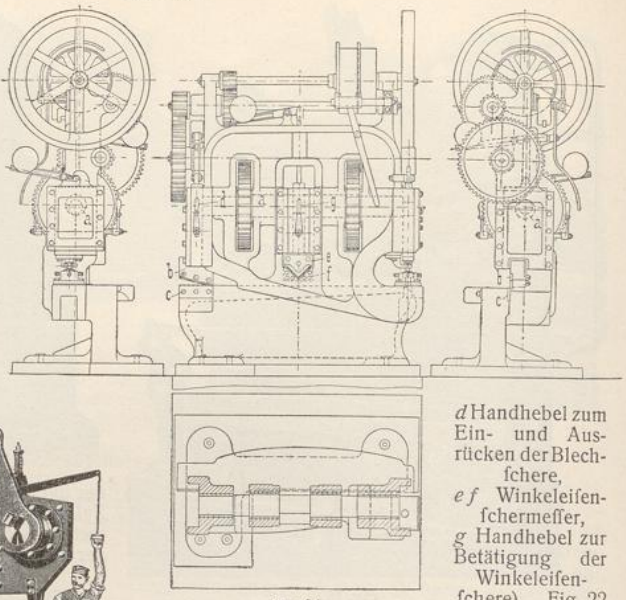


Fig. 17.

eine Exzenterſchere und Fig. 20 (Haniel & Lueg in Düſſeldorf) eine hydrauliſche Schere mit dampfhydrauliſchem, auf der Schere angeordnetem Treibapparat zeigt.

γ) Blechſcheren zum Durchtrennen von Blechtafeln unbegrenzter Länge und Breite ſind in den Fig 21 und 22 dargeſtellt. Fig. 21 (F. X. Honer in Ravensburg) Exzenterblechſchere kombiniert mit Lochmaſchine und Winkeleiſenſchere (*a* Exzenterwelle, *b c* Schermeſſer,



d Handhebel zum Ein- und Ausrücken der Blechſchere, *e f* Winkeleiſenſchermeſſer, *g* Handhebel zur Betätigung der Winkeleiſenſchere). Fig. 22 (Liebe, Harkort & Co. in Duisburg) Exzenterblechſchere, kombiniert mit Lochmaſchine. Die Drehung der Exzenterwelle erfolgt von einem umlaufenden Kurbelzapfen aus mittels einer Schubſtange, die ihn mit dem auf der Exzenterwelle ſitzenden Arm verbindet. S. a. Kreisſcheren, S. 610.

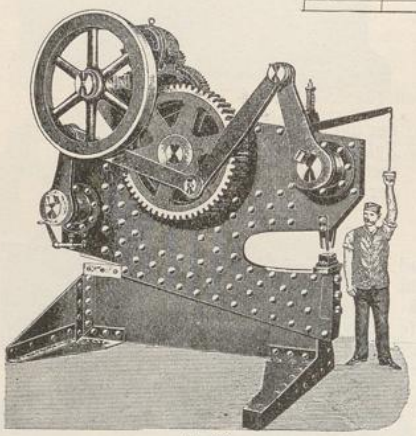


Fig. 22.

B. Stabeiſen-, Knüppel-, Univerſaleiſen-, Platinen-, Schwellen-, Schrott- u. ſ. w. Scheren.

Dieſe Scheren finden vorzugsweiſe in Walzwerken zum Abſchneiden der unbrauchbaren Enden der Walzſtäbe und zum Zerteilen der Stäbe in kürzere Stücke in der Regel unmittelbar nach dem Walzen Anwendung. Sie beſitzen kurze Schermeſſer. Das Geſtell iſt in der Regel einſeitig offen, ſeltener torartig (geſchloſſen). Die Bewegung des oberen Schermeſſers erfolgt weitaus überwiegend durch das Kurbel- bezw. Exzentergetriebe. — Fig. 23 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) zeigt eine Knüppelſchere mit Kurbelgetriebe mit angebauter Antriebsdampfmaſchine und nachgiebigem Rollgang (Wippe) und verſtellbarem Anſchlag zum raſchen Schneiden gleichlanger Knüppel. — In Fig. 24 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) iſt eine bei der Schwellenherſtellung (ſ. d.) zur Zerteilung der Walzſtäbe dienende Schwellenſchere, deren Meſſer den Umriſſen des Schwellenprofils entſprechend geſtaltet ſind, dargeſtellt. — Fig. 25 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) zeigt eine doppelte Schere mit elektriſchem Antrieb zum Schneiden von Knüppeln bis 130/130 mm (in kaltem Zuſtande) mit geſchloſſenem Geſtell.

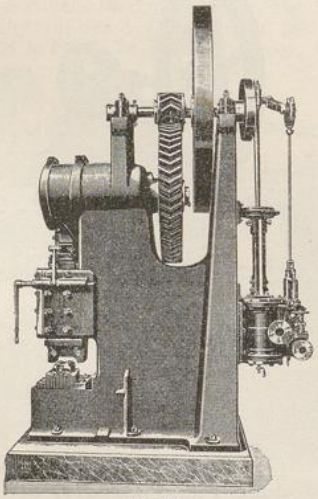


Fig 24.

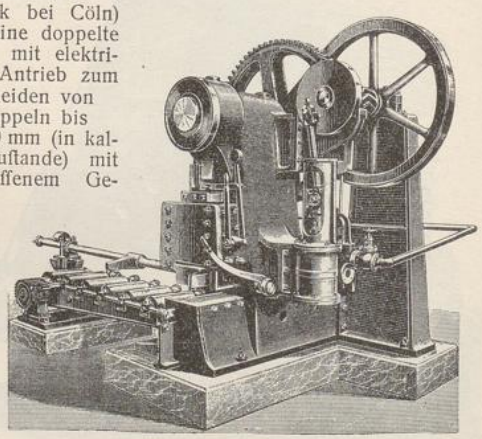


Fig. 23.

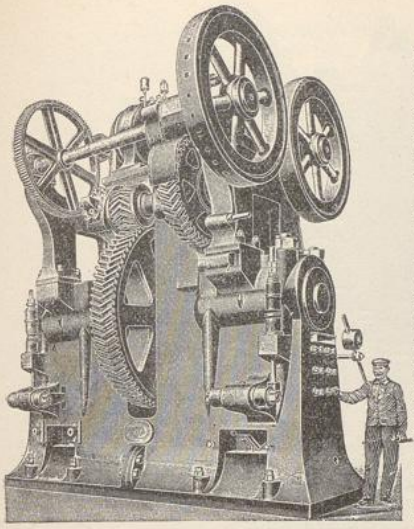


Fig. 25.

Scheren zum Zerfchneiden der Univerfaleifenftäbe (f. d.) Fig. 26 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) werden zum Weitertransport der abgefchnittenen kurzen Stücke (Platinen) mit einer Transportvorrichtung verfehen, aus einem Rollenpaar beftehend, deren obere Rolle gegen die Platinen angepreßt werden kann. — Schrottfcheren dienen zum Zerkleinern von Eifenabfällen, Alteifen und Rohfchienen (Luppenftäbe). Man benutzt hierfür entweder Kurbelfcheren der Anordnung Fig. 17 oder Fig. 23, die oft zu einer doppelten Schere kombiniert werden, oder Scheren nach Fig. 27 mit Betrieb durch unrunde Scheiben und doppelarmige Hebel. Fig. 28 zeigt eine doppelte Hebelfchere mit Kurbelbetrieb; der Hebel befitzt die Form eines ⊥, an deffen kurzen Schenkeln die Meffer fitzen, während die Kurbel mittels Gleitftücks in einem Schlitz des langen Schenkels angreift.

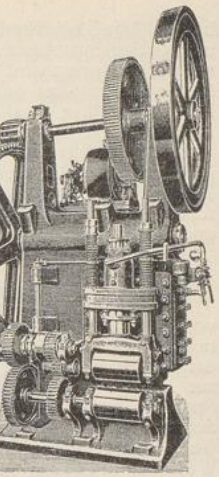


Fig. 26.

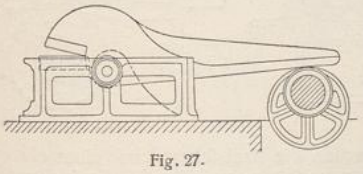


Fig. 27.

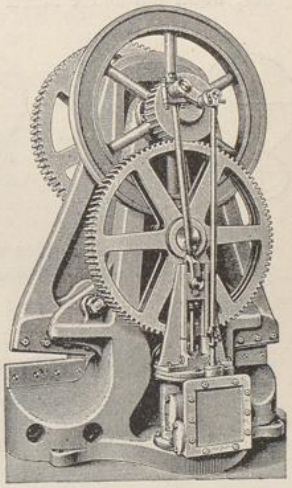


Fig. 28.

C. Block- und Brammenfcheren.

Diefe dienen in Hüttenwerken zum Schneiden rotwarmer Blöcke und Brammen. Sie befitzen ein torartiges Geftell und werden wagerecht oder fenkrecht angeordnet. Da die Blöcke durch Rollgänge, die vor und hinter der Schere angeordnet find, transportiert werden, fo muß bei fenkrechter Anordnung der Schere der Rollgang hinter der Schere tiefer (bezw. fchräg anfteigend oder heb- und fenkbar) angeordnet werden, weil das bewegliche Meffer den abgefchnittenen Teil vor fich her nach abwärts drückt, oder es muß das bewegliche Meffer von unten nach oben fchneiden. Dem Antrieb nach find die Blockfcheren entweder hydraulifche (vielfach mit dampfhydraulifchem Treibapparat) oder (felten) Kurbelfcheren. — Fig. 29 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) zeigt eine horizontale hydraulifche Blockfchere mit Dampftreibapparat, Fig. 30 (Haniel & Lueg in Düffeldorf) eine vertikale

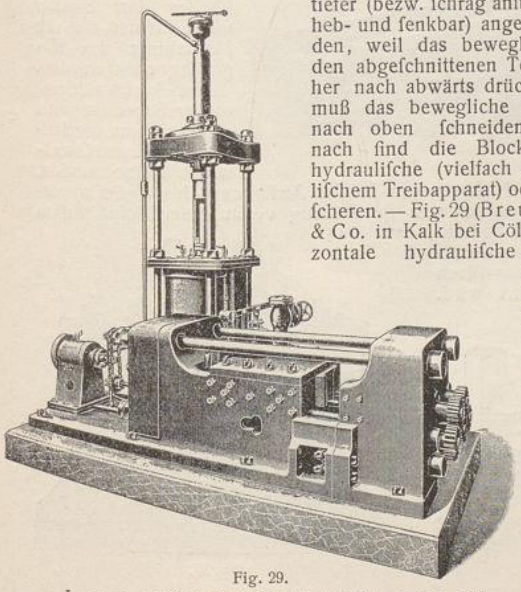


Fig. 29.

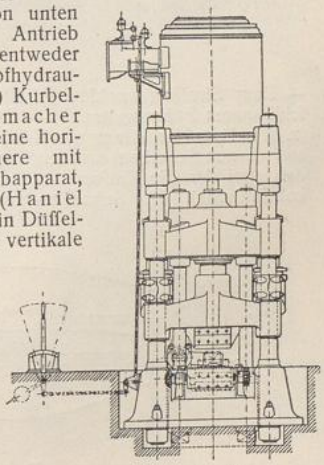


Fig. 30.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hydraulifche Blockfchere (DRP. Nr. 153053), deren unteres Scherblatt beim Schnitt durch Zugftangen nach oben bewegt wird und deren dampfhydraulifcher Treibapparat auf der Schere angeordnet ift. Die größten Ausführungen diefer hydraulifchen Blockfcheren geftatten Blöcke bis zu 420/420 mm Querfchnitt zu fchneiden. Fig. 31 (Jünkerather Gewerkfchaft, Jünkerath im Rheinl.) ftellt eine elektrifch betriebene Blockfchere mit Kurbelantrieb für Blöcke 300/300 mm und Brammen 1000/150 mm Querfchnitt dar.

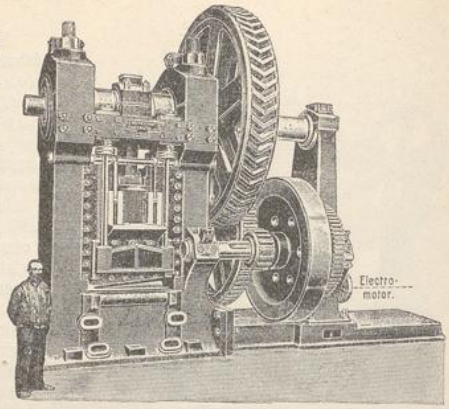


Fig. 31.

D. Kreisfcheren (Rollen-, Zirkularfcheren).

Diefe dienen vorzugsweife zum Schneiden von Blechtafeln. Die üblichfte Anordnung ift die in den Fig. 32 und 33 (L. Schuler in Göppingen) dargeftellte, wobei zum Befäumen von Blechen zur Auflage und Führung der Blechtafeln in Prismen gleitende Führungstifche oder auf Schienen fahrende Wagen vor der Schere angeordnet werden. Die Kreisfcheren werden z. B. von Bechem & Keetmann in Duisburg zum Schneiden von bis zu 30 mm ftarkem Blech ausgeführt. Wendler in Breslau führt die Kreisfcheren (D.R.P. Nr. 148409) zum Schneiden von Blechtafeln in unbegrenzter Länge und Breite in der Geftellanordnung nach Fig. 31 aus, wobei das untere Meffer durch Gallfche Ketten angetrieben wird.

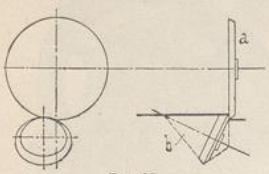


Fig. 35.

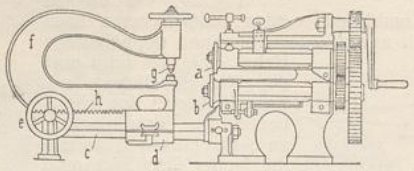


Fig. 34.

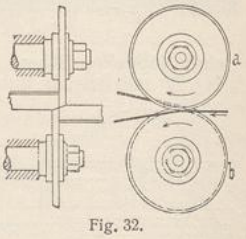


Fig. 32.

Für das Ausfchneiden von Scheiben und Ringen werden die Kreisfcheren mit einer- oder doppelarmigen Einfpannvorrichtung für die Blechtafeln verfehen, vgl. Fig. 34 (Kreisfchere für Handbetrieb; *a b* Schermeffer, *c* Führung für den Schlitten *d*, der den mittels Zahnftange *h* und Zahnrad *e* verfchiebbaren Bügel *f* mit der Einfpannvorrichtung *g* trägt). Soll der äußere Abfchnitt des Blechs nicht verbogen werden, fo find die Meffer nach Fig. 35 anzuordnen; der Halbmeffer des zu fchneidenden Kreifes darf hierbei nicht kleiner als die Mantellinie des Kegels *b* gewählt werden.

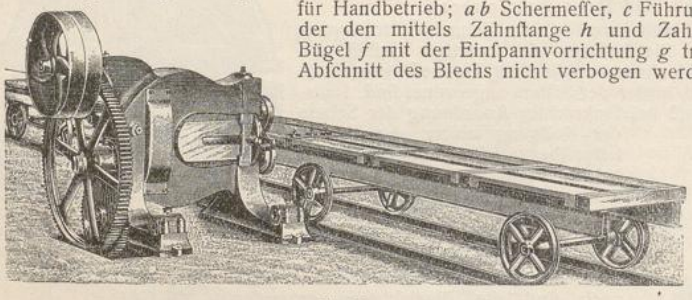


Fig. 33.

Zum Ausfchneiden ovaler Scheiben wird die Einfpannvorrichtung mit einem Ovalwerk (f. d.) verbunden. — Zum Streifenfchneiden erhalten die Kreisfcheren ein in der Ausladung des Geftells verfchiebbares Führungslineal. — Für die Erzeugung von fpiralförmig verlaufenden Schnittlinien (z. B. bei der Herftellung von Kupfer- und Meffingdraht aus ebenen Scheiben) werden Kreisfcheren angewendet, bei der die Einfpannvorrichtung für das Blech kontinuierlich den Schneidmeffern zugeführt wird.

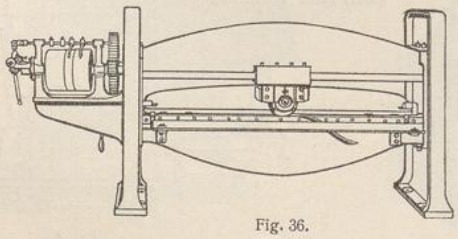


Fig. 36.

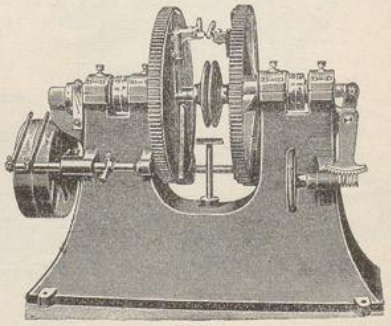


Fig. 37.

Von sonstigen Ausführungen von Scheren mit kreisrunden Messern seien noch angeführt: Fig. 36 Blechschere mit einem geraden (festen) und einem kreisrunden Messer. Die Verschiebung des das kreisrunde Schermesser tragenden Schlittens erfolgt durch Schraubenspindel mit Mutter und Wendegetriebe. — Fig. 37 Schere zum Ausschneiden von Blechscheiben. Die Blechplatte wird zwischen die Aufspannteller gespannt; das Ausschneiden erfolgt durch die an umlaufenden Planscheiben verstellbaren Rollenmesser. — Fig. 38 Streifenschere; die durch das Zerschneiden des breiten Metallbandes hergestellten schmalen Streifen werden auf die von der Schere durch Riemen angetriebenen Wickelrollen aufgewickelt.

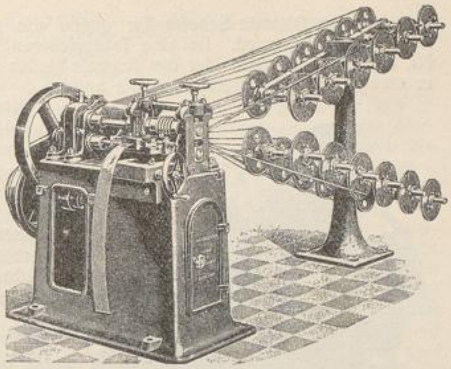


Fig. 38.

E. Fliegende Scheren.

Walzstäbe von sehr großer Länge, wie sie in kontinuierlichen Walzwerken (s. Walzen) hergestellt werden, werden unmittelbar nach dem Verlassen des Walzwerks in versandfähige Stäbe von entsprechender Länge durch Scherblätter, die sich mit dem Walzgut bewegen, geschnitten, um sehr lange Rollgänge zu vermeiden. Die Bewegung der Scherblätter ist durch die Fig. 39 gekennzeichnet. Näheres s. [5]. Vgl. a. Stababschlagverfahren.

F. Profileisenscheren.

Beim Durchschneiden von Profileisen mit gewöhnlichen Scherblättern tritt eine Verquetschung der Profileisen ein. Um dies zu vermeiden, wendet man folgende Verfahren und Einrichtungen an:

a) Für Draht und Rundeisen: Bei den gewöhnlichen Stabeisenscheren werden Schermesser, die halbkreisförmige Schnittkanten besitzen, benutzt. Bei den eigentlichen Draht- und Rundeisenscheren benutzt man zwei sich deckende Schermesserplatten mit Einschnitten am Rand oder runden Löchern, in die das Material eingesteckt wird und die gegeneinander bewegt (in der Regel verdreht) werden; s. Fig. 40, Handdrahtschere, und Fig. 41, Rundeisenschere.

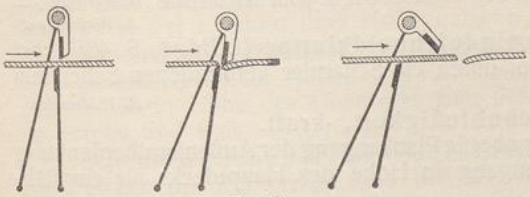


Fig. 39.



Fig. 40.

b) Für Winkeleisen: Bei Stabeisenscheren verwendet man Scherblätter, deren Schneidkanten beim einen den inneren, beim andern den äußeren Profilkanten entsprechen, oder Schermesserplatten mit Ausschnitten für den durchzusteckenden Winkel, s. Fig. 41.

c) Für ⊥-Eisen wird fast nur das letztere Verfahren angewendet, s. Fig. 41.

d) Für I-, [-, und ähnliche Eisen benutzt man für kleinere Profile bisweilen Schermesserplatten mit Ausschnitten, häufiger aber, wie für große Profile üblich, Einrichtungen, die aus dem Profileisen einen Streifen herauszuschneiden gestatten, dessen Breite dem zwischen je zwei unteren und seitlichen Schermessern geführten oberen Schermesser entspricht. Fig. 42 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) zeigt eine hydraulische Träger- und Façoneisenschere (D.R.P. Nr. 67167), zum Schneiden eines I-Eisens eingerichtet; das schmale obere Schermesser, das zum Schneiden der Flanschen schräge Schneidkanten besitzt, ist an der oberen Traverse befestigt, während die paarweise angeordneten unteren und seitlichen Messer auf dem Tisch eines Druckwasserkolbens sitzen, so daß das Schneiden durch Bewegen der unteren Messer erfolgt. Bei andern Ausführungen ist das schmale Schermesser beweglich, während die unteren Messer feststehen. — Fig. 43 (Berlin-Erfurter Maschinenfabrik H. Pels & Co., Berlin) zeigt eine Trägerschere nach Johns Patent,

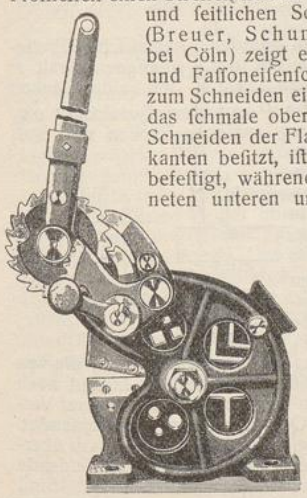


Fig. 41.

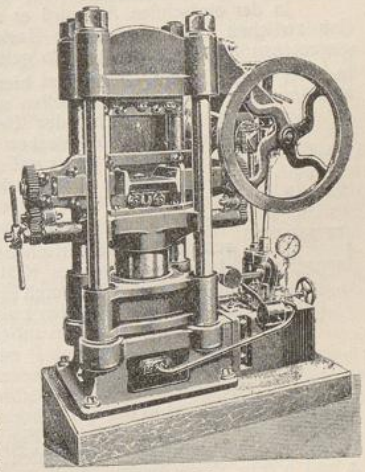


Fig. 42.

bei der das fchmale Schermeffer gegen die paarweife angeordneten unteren und feitlichen Meffer gezogen wird. Bei den Trägerfcheren von Schulze & Naumann in Cöthen (D.R.P. Nr. 137367) durchfchneidet das fchmale Meffer zunächft Steghälfte und Flanfch der Träger auf er einen Seite und hierauf auf der andern.

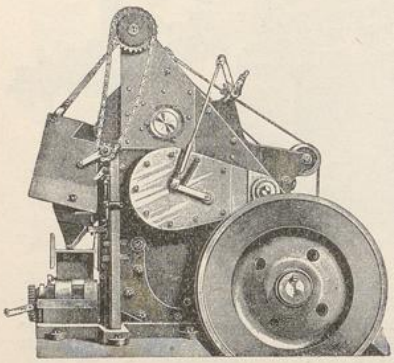


Fig. 43.

Kraftbedarf. Bei Scheren mit gleichlaufendem Scherblatt [1] ift der zum Durchfchneiden eines Stabs von rechteckigem Querfchnitt f erforderliche Druck $p = \sigma_w f$; bei Scheren mit gegeneinander geneigten Kanten ift $p = \sigma_w \frac{0{,}225}{\operatorname{tg}\eta} \delta^2$, worin δ die Blechdicke in Millimetern und $\eta = 8—10^0$ den Kreuzungswinkel der Scherblätter bezeichnet. Das Moment M, welches das Werkftück zu kippen verfucht, ift bei gleichlaufenden Scherblattkanten $M = 1{,}1\, \sigma_w f\, \delta^2$, bei gegeneinander geneigten Kanten $M = \frac{0{,}18\, b\, \delta^3}{\operatorname{tg}\eta}$ (worin b die Scherblattbreite bezeichnet). Es ift zu fetzen für

Stahlblech, weich	$\sigma_w =$	60—70 kg/qmm
Schmiedeeifen		40—60 „
„ dunkelrot		12—20 „
„ hellrot		4 „
Kupferblech		25—40 „
Zinkblech		9—15 „
Zinn		2—3 „
Blei		1,5—2,4 „

Ueber eingehende Verfuche über den Kraftbedarf bei Scheren vgl. [4].

Literatur: [1] Fifcher, H., Die Werkzeugmafchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Mafchinenmechanik, Bd. 3, 3. Abt., 1. Hälfte, Braunfchweig 1896, S. 337—380. — [3] Codron, C., Procédés de forgeage dans l'industrie, Paris 1896/98. — [4] Derf., Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux, Paris 1902. — [5] „Stahl und Eifen" 1903, S. 451.

A. Widmaier.

Scherenkluppe, f. v. w. Gewindefchneidkluppe (f. Bd. 4, S. 495), bei der das Schneideifen zwifchen zwei durch ein Scharnier verbundenen Schenkeln gehalten wird.

A. Widmaier.

Scherfeftigkeit, -kraft, f. Schubfeftigkeit, -kraft.

Schergang eines Schiffes, der oberfte Plankengang der Außenkantbeplankung für ein Holzfchiff oder der Plattengang in Höhe des Hauptdecks für ein ftählernes Schiff.

T. Schwarz.

Schermafchine, diejenige Vorrichtung, durch die das auf den Tuchgeweben nach dem Rauhen aufrechtftehende Wollhaar zu gleicher Länge abgefchnitten wird; f. Tuchfabrikation.

Kraft.

Scherftock eines Holzfchiffes, ftärkere Deckspianken zur Seite der Luken fowie zwifchen diefen und den Leibhölzern zur Stärkung des Längsverbands.

Scherverfuche. Der Scherverfuch bezweckt die Ermittlung der Schubfeftigkeit der Bauftoffe.

In der einfachften Art wird er ausgeführt, indem man den geraden prismatifchen Probeftab zwifchen zwei meffertartige Backen B bringt (Fig. 1), die mit der gemeffenen Kraft P gegeneinander verfchoben und fo geführt werden, daß die Flächen k und k_1 der beiden Backen in einer Ebene liegen. Man fetzt hierbei voraus, daß die Kräfte P mit dem Querfchnitt $\overline{oo_1}$ zufammenfallen. Dies trifft indeffen nur anfänglich bei Berührung zwifchen Backen und Stab zu. Mit wachfender Belaftung wird der Flächendruck unter den Backen fo groß, daß die Quetfchgrenze (f. Druckverfuch) des Materials überfchritten wird. Die Backen dringen nach Fig. 2 in den Stab ein und wirken nun in je einer Fläche. Die Kräfte P rücken hierbei nach rechts und links aus der Querfchnittsebene $\overline{oo_1}$ heraus und erzeugen ein rechtsdrehendes Kräftepaar. Neben Schubfpannungen treten hierdurch Biegungsfpannungen im Stabe auf. Ferner entftehen zwifchen den Flächen k und k_1 der Backen und dem anliegenden Material des Stabes Reibungswiderftände, die von den äußeren Kräften P mit überwunden werden müffen. Schließlich kommt noch hinzu, daß die Scherbacken mehr auf Durchfchneiden des Stabes wirken als auf Verfchieben der beiden Stabteile zu beiden Seiten von Querfchnitt oo_1 gegeneinander. Wegen diefer Mängel in der Verfuchseinrichtung Fig. 1 ift man bei Materialprüfungen dazu übergegangen, die Scherverfuche nach Fig. 3 zweifchnittig auszuführen. Hierbei ift die fchneidende Wirkung der Scherbacken vermieden, aber nicht die Inanfpruchnahme auf Biegung. Sind a und b (Fig. 3) die Breiten der Scherbacken, fo berechnet fich das Biegungsmoment M für

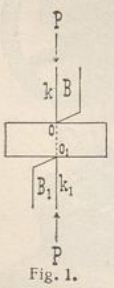


Fig. 1.

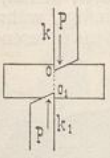


Fig. 2.

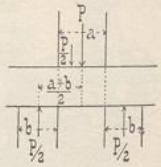


Fig. 3.

den mittleren Stabquerſchnitt unter Annahme gleichmäßiger Verteilung der Belaſtung über a und b und unter Vernachläſſigung der Reibungswiderſtände zu

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{a+b}{2} - \frac{P}{2}\frac{a}{4} = \frac{P}{4}\left(b + \frac{a}{2}\right).$$

Bei genügend großem a und b reicht das Moment hin, den Stab in der Mitte zum Bruch zu bringen, bevor Abſcheren eintritt [1]. Man hat daher die Backen der doppelſchnittigen Vorrichtung möglichſt ſchmal zu machen, ſo zwar, daß die Breite gerade noch genügt, damit die Quetſchgrenze des Materials unter der zum Abſcheren erforderlichen Belaſtung nicht überſchritten wird. Bei dem doppelſchnittigen Scherapparat Bauart Martens [2] iſt die Breite der auswechſelbaren Backen gleich dem Durchmeſſer der Scherprobe, d. h. $a = b = d$ gewählt. Der Apparat hat ſich bewährt. Da er aber beſonders bei ſprödem Material noch Brüche im mittleren Querſchnitt liefert, ſo iſt es zweckmäßig, die Breite b der beiden ſeitlichen Backen noch kleiner zu wählen. Bei Materialprüfungen nimmt man nun trotz Auftretens der beſprochenen Nebenſpannungen an, daß den äußeren Belaſtungen P lediglich durch Schubſpannungen in dem Probeſtabe das Gleichgewicht gehalten wird und daß dieſe gleichmäßig über den abzuſcherenden Querſchnitt verteilt ſind. Alsdann berechnet ſich die Schubſpannung τ aus der Belaſtung P und dem Stabquerſchnitt f nach den Gleichungen $\tau = P:f$ bei der einſchnittigen Vorrichtung und $\tau = P:2f$ bei der zweiſchnittigen Vorrichtung.

Literatur: [1] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1894, S. 221. — [2] Mitteil. aus den Kgl. Techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1890, S. 277.

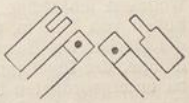
Rudeloff.

Scherwand, verſtellbare Wand, aus leichtem, mit Leinwand beſpanntem Rahmwerk beſtehend; ſ. a. Gebäude, zerlegbare, Bd. 4, S. 314 ff.

Scherwolle oder Scherhaare, der beim Scheren der Tuchgewebe in Form fehr kurzer Härchen ſich ergebende Abfall, der bei der Tapetenfabrikation wieder zur Verwendung kommt; ſ. Tuchfabrikation.

Kraft.

Scherzapfen, Schere (Oeſterreich: Zapfen und Gurgel), am häufigſten als Firſtverband der Dachſparren, dann auch als Eckverband horizontaler Balken in Anwendung (ſ. die Figur). Näheres in der Literatur über Holzverband, Bd. 5, S. 125 ff.



Scheuerfaß-, -trommel, ſ. Eiſengießerei, Polieren.

Scheuerleiſte für Hafen- und Küſtenfahrzeuge, eine ſtarke hölzerne Leiſte außenbords in Höhe des Oberdecks zum Schutz der Außenhaut beim Anlegen an Schiffe und Kais.

T. Schwarz.

Scheunen (Schauer, Scheuer, Stadel) dienen zum Aufbewahren und Ausdreſchen der Körnerernte und beſtehen demgemäß aus Barren und Tenne.

1. Barren (Banſen, Taß oder Fach). Der Ertrag an Garben, der in Barren unterkommen ſoll, beträgt für das Hektar Winterung rund 100 cbm, Sommerung im Mittel 85 cbm, Heu oder Klee 90 cbm. Je nach der Güte des Bodens hat man 25—30 % Mehr- oder Mindererträge zu berechnen; man zieht aber für Berechnung des Scheuneninhalts meiſt nur die geringſten Ernten in Betracht und ſetzt den Ueberſchuß beſſerer Ernten in Diemen (ſ. d.). Die Breite eines nur einſeitig an eine Tenne grenzenden Giebelfaches beträgt 9,4—10 m, eines Mittelfaches zwiſchen zwei Tennen 13—15 m. Die Höhe der Garbenpackung beträgt 7 bis höchſtens 9 m. Der Raum über den Tennen bleibt in Höhe von 4 m frei; darüber wird er gefüllt und den Barren zugerechnet. Der Fußboden der Barren ſoll trocken und feſt ſein; er wird meiſt ein wenig in den Erdboden eingeſenkt und eingeebnet. Um Verluſt an Körnern zu verhüten, iſt ein Lehmeſtrich, beſſer Plattenbelag anzuordnen.

2. Die Tenne oder Diele wird ſo breit, daß ein mit Korn beladener Wagen durchfahren kann, d. i. in kleinen Scheunen mindeſtens 3,8, in größeren, namentlich bei Anwendung der Dampfdreſchmaſchine, 4,5—5,0 m. In Höhe von 3,5—4,5 m über Tennenfußboden wird ſie mit einer Balkenlage (1,3—1,5 m Balkenzwiſchenraum) und mit loſe aufgelegter Brett- oder Stangenlage abgedeckt. Hieran befinden ſich ein Aufzugloch und Platz für die Steigleiter (Verwahrung des Obertennlochs mit Geländer). Man grenzt die Diele gegen die Barren durch 1,5—1,6 m hohe Brettwände, die ſogenannten Dielwände, ab, in denen zur Verbindung mit dem Barren an beiden Enden Felder offen gelaſſen werden. Die Tenne liegt mindeſtens 30 cm höher als das äußere Erdreich und erhält flache Auffahrtrampen. In kleinem Betrieb dient ſie zugleich für Futterzubereitung. Der Tennenfußboden wurde bisher allgemein aus Lehmeſtrich in Stärke von 45—47 cm hergeſtellt und an der Oberfläche mit Ochſenblut oder Teergalle und Hammerſchlag befeſtigt. In neuerer Zeit verwendet man verſchiedene andre Stoffe, z. B. Koksaſche und Weißkalk, 1:3 gemiſcht und 15—16 cm ſtark aufgetragen, oder Lehm und Gips (zwiſchen je drei Lagen Lehm von je 3 cm Stärke wird friſchgebrannter Gips geſtreut); auch hat man die Lehmtennen mit beſonders feſter Aſphaltpappe beklebt. Tennen von Zementbeton ſind zwar haltbar, aber zu glatt.

Scheunentore werden 3,5—4 m breit, 3,3—4,5 m hoch. Man verwendet ſowohl Flügel- wie Schiebetore, letztere mit außen über dem Torſturz liegender Lauffchiene. Die Torſchwelle oder Radſchwelle liegt mit der Diele in gleicher Höhe, alſo tiefer als die Hausſchwelle. Um Verluſte an Korn beim Dreſchen und Reinigen zu vermeiden, werden in kleineren Scheunen, in denen von Hand gedroſchen wird, während dieſer Arbeit ſtatt der großen Torflügel leichte, nur 60—70 cm hohe Flügel, die ſogenannten Schlag- oder Schüttebretter, geſchloſſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Bauart der Scheunen ist möglichst leicht, hauptsächlich aus wirtschaftlichen Gründen. Das Korn muß leicht ausdünsten können; deshalb bevorzugt man Fachwerkbau, häufig mit Holzschalung. Massive Wände müssen mit Luftschlitzen versehen werden. Unter den Dächern verdienen die flachen den Vorzug, weil sie eine bessere Raumausnutzung gewähren. In der Grundrißanordnung unterscheidet man Scheunen mit Quertennen von solchen mit Langtennen. Erstere sind die gebräuchlicheren. Quertennen werden häufig doppelt angeordnet. Langtennen liegen meist an der Außenwand, seltener in der Mitte; auch sie kommen einseitig oder an beiden Langseiten vor. Endlich gibt es auch Vereinigungen von Lang- und Quertennen.

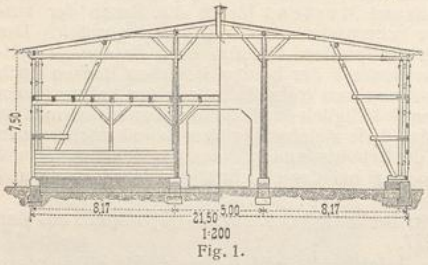


Fig. 1.

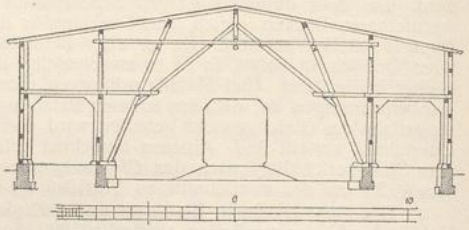


Fig. 2.

Die Holzverbände der Scheunen sind so anzuordnen, daß Wände und Dach durch gute Verstrebungen zu einem Ganzen verbunden und gegen Winddruck widerstandsfähig werden. Gewöhnlich wird die erste Pfette von einer am Fuß der Außenwand ansetzenden Windstrebe getragen, die dann mit den Wandpfosten durch mehrfache Doppelzangen verbunden wird. Längere wagerechte Verbandstücke, die das Korn am gleichmäßigen Lagern hindern, sind zu vermeiden, wogegen senkrechte Hölzer unschädlich sind. Scheunen mit flachen Dächern erhalten meist Wandhöhen von 7—8 m, mit steilen Dächern von nur 4 m. In letzterem Falle verlängert man wohl die Dächer der Barren über die Langwände hinweg und gewinnt damit schmale und niedrige Räume, die sogenannten Abseiten, die zur Vergrößerung des Barrenraumes oder auch wohl zu untergeordneten Ställen benutzt werden. — Fig. 1 [1] ist der Querschnitt einer Scheune mit Quertenne, wie sie nach einem Entwurf des preußischen Ministeriums für Landwirtschaft auf vielen Domänen ausgeführt ist. Die linke Seite der Figur stellt den Durchschnitt durch die Tenne und die darüberliegende Balkenlage mit Ansicht der Dielwand, die rechte Seite den Schnitt durch den Barren dar. Die Scheune hat außerdem eine Durchfahrt nach der Länge, ist jedoch ohne Langtenne. — Fig. 2 ist das Beispiel des Querschnitts einer Scheune mit zwei Seitenlangtennen in Tiefe von 25 m. Die Verstrebung wird hier, um die Tenne von Verbandhölzern frei zu halten, mehr nach der Mitte geschoben, und zwar sind bei der bedeutenden Tiefe mehrfache Verstrebungen angeordnet.

In bergigem Gelände kann man mit Vorteil Hochtennen anlegen und so den hohen Dachraum gut ausnutzen. Man baut die Scheune mit der Langseite gegen eine Erdabdachung und kann eine Langtenne etwa 3—4 m höher anlegen als die andre. Die Hochtenne dient zum Einfahren, die tiefgelegene Tenne zum Ausdreschen des Korns. Man gewinnt damit 3—4 m an Scheunenhöhe und erspart wesentlich Arbeit beim Aufbansen des Getreides.

Literatur: [1] Tiedemann, L. v., Das landwirtschaftl. Bauwesen, Handbuch, 3. Aufl., Halle a S 1898. — [2] Engel, Fr., Handbuch des landwirtschaftl. Bauwesens, 7. Aufl., Berlin 1885. — [3] Wanderley, Die ländlichen Wirtschaftsgebäude, Karlsruhe 1887. — [4] Wagner, Neuere landwirtschaftliche Bauten in Mecklenburg, Deutsche Bauztg. 1896. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Schicht, in der Geologie, ein einem einheitlichen und ununterbrochenen Bildungsvorgang entsprechender, ursprünglich horizontaler und von zwei annähernd parallelen Flächen begrenzter Gesteinsabsatz.

Hat die Schicht eine mäßige Dicke, über einen Fuß ungefähr, so wird sie oft Bank oder Lager genannt. Die über einer Schicht lagernde folgende oder jüngere wird das Dach (Dachflöz im Kohlengebirge) der ersteren, die unter ihr lagernde ihre Sohle genannt. Die gleiche Bedeutung haben „Hangendes“ und „Liegendes“ einer Schicht. Der kürzeste Abstand der beiden annähernd parallelen Begrenzungsflächen einer Schicht, also der Schichtflächen, gibt ihre Mächtigkeit. Ist die Schicht geneigt, so ist der vertikale Abstand der beiden Schichtflächen nicht ihre Mächtigkeit, sondern größer als diese. Nähern sich die beiden Schichtflächen einander bis zum Schnitt, so keilt die Schicht aus. Die Richtung, die eine auf der geneigten Schichtfläche gedachte, durchaus horizontale Linie besitzt, gibt das Streichen der Schicht, die Senkrechte dazu, also die Linie der stärksten Neigung, ihre Fallrichtung an. Stehen die Schichtflächen geneigt, so nennt man die quer zu ihnen stehenden Flächen die Schichtenköpfe, die Enden der Schichten an der Oberfläche das Ausgehende. Vertikale Schichten „stehen auf dem Kopf“. Alle Schichten sind ursprünglich in horizontaler Lage abgesetzt worden. Befinden sie sich nicht mehr in dieser Lage, so haben sie eine Störung ihrer Lagerung erlitten; sie sind geneigt, aufgerichtet, gefaltet, gebogen u. s. w. worden. *Leppla.*

Schicht, im Bergbau, s. Grubenbetrieb, Bd. 4, S. 638.

Schicht, neutrale, s. Achse, neutrale, Biegung, Bd. 1, S. 792.

Schichtenplan, s. v. w. Höhenkurvenplan (s. d.), Bd. 5, S. 90.

Schichtenverband, s. Steinverband und Straßenbau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schichtgesteine (Sedimente, Sedimentärgesteine) sind alle durch Anhäufung kleiner Teilchen aus Wasser oder Wind abgesetzten Gesteine im Gegensatz zu den Eruptivgesteinen.

Ihrer stofflichen Natur nach sind es einfache und gemengte Gesteine. Zu den ersteren gehören Eis, Steinsalz, Gips, Anhydrit, Kalkstein, Dolomit, Süßwasserquarz, Hornstein, Kieselund Kalksinter, Polier-, Graphit-, Eisenglimmerschiefer, Eisenoolith, Kohlen. Sie sind in der Regel Absätze aus Lösungen in Wasser oder durch chemische Umwandlung aus andern (organischen) Substanzen oder durch tierische Vorgänge entstanden. Die gemengten, auch klastischen Schichtgesteine bestehen aus Trümmern eines oder mehrerer Minerale. Sie sind in der Hauptsache mechanische Absätze aus Wasser oder Wind, welche die kleinen Trümmer aufgenommen, fortbewegt und aufeinander gehäuft haben. Man rechnet hierher: Konglomerate, Sandsteine, Grauwacken, Schotter, Kies, Sand, Lehm, Löß, Tone, Tuffe u. s. w. Durch Zertrümmerung und Wiederverkittung sind Breccien entstanden. Viele Schichtgesteine sind nachträglich chemisch oder dynamisch umgewandelt worden: Tonschiefer, Phyllite, Quarzite u. s. w. [1]. Das in horizontaler oder normaler, ungestörter Lagerung über einem andern liegende Schichtgestein ist jüngerer Entstehung als dieses. Jedes einzelne Verbreitungsgebiet hat seine besonderen Entstehungsbedingungen und kann in verschiedenen Zeiträumen die gleichen Gesteine erzeugen. Um nun die Reihenfolge der Bildung der Schichtgesteine an verschiedenen Stellen ohne Zuhilfenahme ihrer stofflichen Zusammensetzung oder der sichtbaren Aufeinanderfolge feststellen zu können, verwendet man zur Festsetzung ihrer Bildungszeit oder ihres Alters die Beschaffenheit der Versteinerungen, die in den Schichtgesteinen vorkommen. Die Gesamtheit der Versteinerungen einer Schicht oder einer Gruppe derselben gewährt ein bestimmtes Bild, und überall, wo ein ähnliches Bild der Lebewelt in einer andern, weiter entfernt liegenden Schichtengruppe vorliegt, ist man berechtigt, beiden Schichtengruppen ein annähernd gleiches Alter zuzuschreiben. Hiernach gibt es Gruppen, Formationen, Systeme, Perioden, Stufen u. s. w., von welchen jede eine bestimmte Lebewelt in ihren Versteinerungen aufweist. Die stoffliche Zusammensetzung der einzelnen Schichten kann ähnlich oder gleich sein, ihre verschiedenen Reste von Organismen stempeln sie zu verschiedenzeitigen Bildungen. — Man teilt die Schichtgesteine (Sedimentärformationen) von oben nach unten oder vom Jüngsten zum Aeltesten wie folgt ein: III. Känozoische (känolithische) oder jüngste Periode, Epoche, Aera, Zeitalter. 3. Novär, rezente Formation (historische und prähistorische Zeit). 2. Quartärformation (Glacial-, vor- und nachglaciale Zeit). 1. Tertiärformation (Pliocän, Miocän, Oligocän, Eocän). II. Mesozoische, mesolithische oder mittlere Periode u. s. w. 3. Kreideformation (Senon, Turon, Cenoman, Gault, Neocom). 2. Juraformation (Malm, Dogger, Lias). 1. Triasformation (Keuper, Muschelkalk, Buntsandstein). I. Paläozoische, paläolithische oder älteste Periode u. s. w. 4. Permformation (Zechstein, Rotliegendes). 3. Karbon oder Steinkohlenformation. 2. Devonformation. 1. Silurformation (Cambrium). Die Unterlage der eigentlichen Schichtgesteine bilden die kristallinen Schiefer [2].

Literatur: [1] Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, Leipzig 1894, Bd. 3; Weinschenk, E., Allg. Gesteinskunde, 2. Aufl., Freiburg i. B. 1907; Rinne, F., Praktische Gesteinskunde, 2. Aufl., Hannover 1905. — [2] Lehrbücher der Geologie und Gesteinskunde, vgl. Bd. 4, S. 388 und 451. *Leppla.*

Schiebebrücke, s. Brücken, bewegliche.

Schiebebühnen (Schiebeschlitten, Gleiskarren), sehr niedere Wagen, auf welchen einzelne Eisenbahnfahrzeuge von einem Gleis in andre gleichlaufende Gleise rechtwinklig zur Richtung dieser Gleise verschoben werden. Der Wagen hat die Form einer Bühne und besteht aus Längs- und Querträgern. Letztere tragen Laufrollen, welche auf quer zu den Schienen der gleichlaufenden Fahrgleise liegenden Laufschienen rollen. Die Achsen der Rollen sind somit parallel der Längsachse des Bühnenwagens und der Achse der Fahrgleise. Zur Aufnahme der Fahrzeuge hat die Bühne ein Gleis, dessen Schienen entweder auf den Längsträgern befestigt (Fig. 1 und 2) oder, bei doppelter Anordnung der Längsträger, zwischen dieselben gelegt (Fig. 3) oder in Form von Flacheisen an die Längsträger genietet (Fig. 5–7) oder starke Eisen- oder Stahlbalken von quadratischem oder rechteckigem Querschnitt sind (Fig. 4). Im letzteren Fall sind die Schienen zugleich Längsträger. Die Laufschienen der Schiebebühnen sind entweder in Höhe der Schienen der Fahrgleise angeordnet oder tiefer. Hiernach unterscheidet man: Versenkte Schiebebühnen oder Schiebebühnen mit Laufgrube und nichtversenkte Schiebebühnen oder Schiebebühnen ohne Laufgrube.

Versenkte Schiebebühnen (Fig. 1—3) liegen in einer möglichst flachen, höchstens 50 cm tiefen Grube, welche die Fahrgleise unterbricht. Die Laufschienen sind auf der Grubensohle, gewöhnlich auf Mauerwerk befestigt. Die Oberkante der Fahrgleise und die des Gleises auf der Bühne sind genau gleich hoch, das Einfahren der Fahrzeuge auf die Schiebebühne hat keine Schwierigkeit. Die Querträger können kräftig ausgebildet werden; sie werden meist doppelt angeordnet und fassen zwischen sich die Laufrollen, welchen ein ziemlich großer Durchmesser gegeben werden kann, so daß der Bewegungswiderstand verhältnismäßig gering wird. Diese Art von Schiebebühnen wird dort angewendet, wo eine Unterbrechung der Fahrgleise statthaft ist und wo es sich um das Verschieben sehr schwerer Wagen oder dienstbereiter Lokomotiven handelt, also in Werkstätten und besonders vor und in großen Lokomotivschuppen

(ſ. Bd. 6, S. 218, Fig. 5, 6 und 7). In Hauptgleiſen ſind ſie nur an ſtumpfen Enden zuläſſig (ſ. Eiſenbahn-Bau- und Betriebsordnung [B.O.] § 20).

Nichtverſenkte Schiebebühnen werden auf Bahnhöfen nur zum Verſchieben von Wagen, in Werkſtätten auch zum Verſchieben leerer Lokomotiven ohne Tender verwendet. Die Fahrgleiſe ſind nicht unterbrochen. Die Oberkante der Schienen der Fahrgleiſe und die der Laufſchienen der Bühne liegen entweder genau gleich hoch oder letztere liegen um die Höhe der Spurkränze der Laufrollen höher als die der Fahrſchienen. In beiden Fällen liegt das Gleis auf der Bühne über den Fahrgleiſen, die Fahrzeuge müſſen beim Einfahren auf die Bühne etwas gehoben werden. Bei der erſten Anordnung müſſen ſowohl die Laufſchienen als auch die Schienen der Fahrgleiſe ausgeſchnitten werden, um die Spurkränze durchzulaſſen; ſie eignet ſich daher nur für Nebengleiſe. Bei der zweiten bleiben die Schienen der Fahrgleiſe unberührt, es müſſen nur die Laufſchienen der Bühne ausgeſchnitten werden; und zwar innerhalb der Fahrgleiſe für die Spurkränze, außerhalb (auf Schienenoberkante) für die Radreifen der Eiſenbahnfahrzeuge. Die zweite Anordnung eignet ſich daher auch für Hauptgleiſe. Um den Uebergang der Laufrollen über die großen Lücken der Laufſchienen an den Fahrſchienen zu erleichtern, ordnet man an jedem Querträgerende mindeſtens zwei Laufrollen an, die ſich beim Uebergang

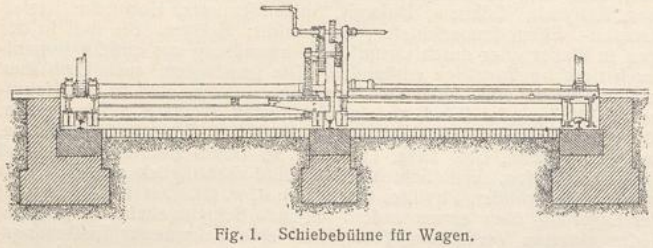


Fig. 1. Schiebebühne für Wagen.

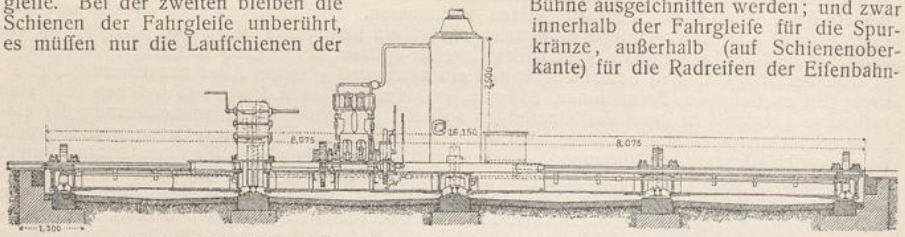


Fig. 2. Schiebebühne mit Hand- oder Dampfkraftbewegung für große Lokomotiven.

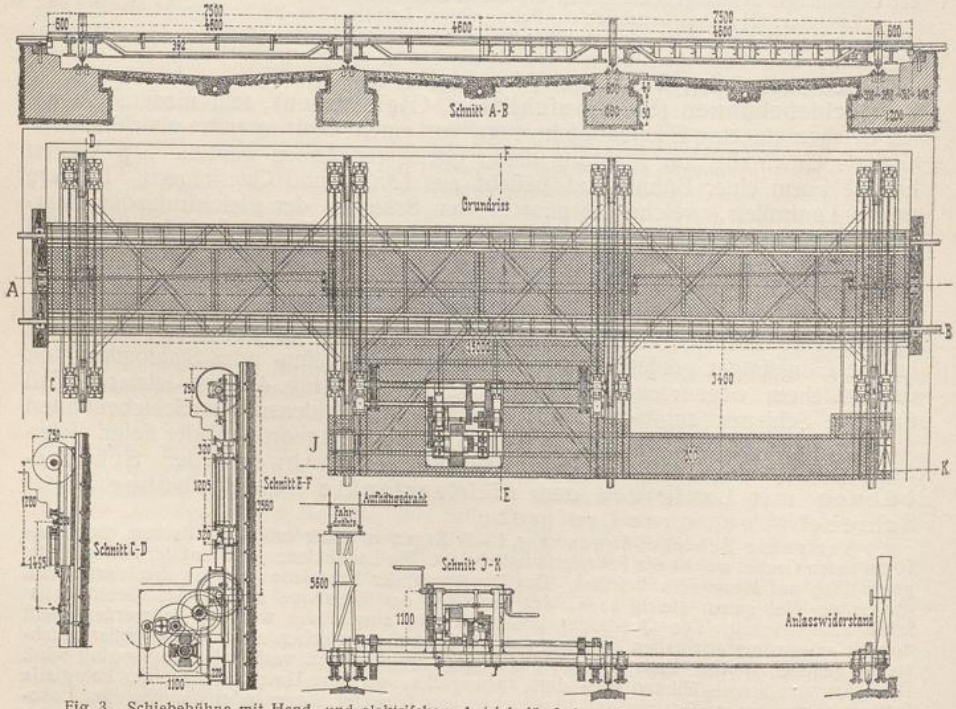


Fig. 3. Schiebebühne mit Hand- und elektriſchem Antrieb für Lokomotiven auf Bahnhof Friedrichshafen. (Maſchinenfabrik Eßlingen.) Maßſtab 1 : 120.

über die Lücken gegenseitig unterstützen. Die Spurkränze der auf der Bühne stehenden Fahrzeuge dürfen bei der Querverschiebung an den Fahrschienen nicht streifen, mit Rücksicht auf einen kleinen Spielraum erhält man somit als Mindesthöhe zwischen Oberkante Fahrgleis und Oberkante der Schienen auf der Schiebebühne 45 mm. Nach oben dürfen Längsträger und Laufrollen nicht in die Linie für die Umgrenzung der Fahrzeuge (B.O. § 28) eingreifen. Diese liegt bei Lokomotiven 100 mm, bei Wagen 130 mm über Schienenoberkante. Das Minimalmaß für die Durchmesser der Laufrollen und die Gesamthöhe für Längsträger samt Querträger, welche über die Fahrgleise weggehen müssen, ergibt sich somit zu 145 mm bezw. 175 mm. Schiebebühnen mit solch kleinen Rollen gehen sehr schwer. Um leichteren Gang zu erhalten, vergrößert man die Rollendurchmesser auf etwa 220—280 mm. Hierdurch kommen aber die Schienen auf der Bühne höher zu liegen und müssen die Fahrzeuge beim Aufschieben auf die Schiebebühne höher gehoben werden. Bei der geringen verfügbaren Höhe ist es schwer, genügend tragfähige Längsträger von rationellem Querschnitt zu erhalten. Vielfach verwendet man massive quadratische oder rechteckige Stahlbalken. Noch schwieriger ist die Ausbildung der unter den Längsträgern liegenden Querträger. Diese sind oft nur breite, 30—40 mm dicke Flacheisen, die dann zu beiden Seiten der Längsträger, also innen und außen, durch Laufrollen gestützt werden. Bei erhöhten Laufschienen wird neben jeder äußeren Rolle, damit diese leichter über die großen Lücken in den Laufschienen hinüberkommt (s. oben), oft noch eine dritte Rolle angeordnet (s. Fig. 4, 4a und 4b). Um die Fahrzeuge auf die Bühne heraufbringen zu können, werden an den Enden derselben bewegliche Auflauframpen angebracht. Der Bewegungswiderstand dieser Schiebebühnen ist wegen der kleinen Laufrollen ein sehr großer. Um ihn zu verringern, wendet man größere Laufrollen an, diese müssen aber außerhalb von der Umgrenzung der Fahrzeuge angeordnet werden. Hierdurch werden die Querträger viel länger und so stark beansprucht, daß man ihnen T-förmigen Querschnitt mit hohem Stehblech geben muß, das nach unten geht und in einen schmalen Schlitz eingreift, der in den Fahrschienen und in der Bühnenbettung ausgespart ist (s. Fig. 5). Um das Aufbringen der Wagen auf die Schiebebühne zu erleichtern, hat man bei der letzteren Konstruktion, die sich überhaupt nur für Werkstätten eignet, die Fahrgleise auf die Länge der Bühne um etwa 35 mm versenkt und die Enden der Längsträger etwas abgebogen, so daß die Wagen ohne weiteres auf die nur wenig erhöhte Bühnenbahn geschoben werden können (s. Fig. 6). Sollen mit einer Schiebebühne nur einzelne Achsen oder Güterwagen ohne Bremsgestänge verschoben werden, bei denen der Raum zwischen den Rädern unterhalb der Achse vollständig frei ist, so können die inneren Rollen und die Längsträger wesentlich höher gemacht werden, da die „Umgrenzung für die Fahrzeuge" nicht eingehalten werden muß (s. Fig. 7). Derartige Schiebebühnen sind aber nur für Handbetrieb, also für leichte Fahrzeuge.

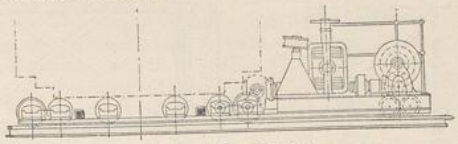


Fig. 4 (Querschnitt).

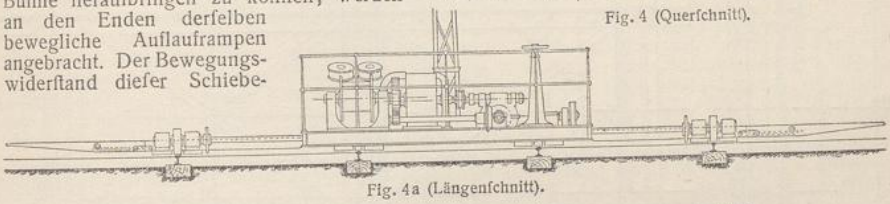


Fig. 4a (Längenschnitt).

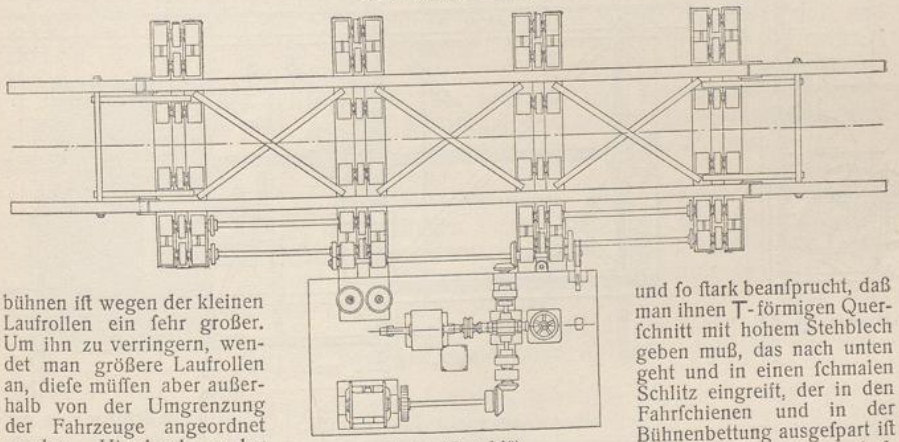


Fig. 4b (Grundriß).

Die Länge der Schiebebühnen richtet sich nach dem Radstand der auf ihnen zu verschiebenden Fahrzeuge, sie soll auf jeder Seite den Radstand um 40—50 cm überragen, also 80—100 cm länger als der Radstand sein. Hiernach soll die Länge der Schiebebühnen für zweiachsige Güterwagen mindestens 5,0 m, für mehrachsige Güterwagen sowie für zwei- und mehrachsige Personenwagen 7,5—10 m, für Tenderlokomotiven und Lokomotiven ohne Tender 7,5—8,0 m, für Lokomotiven mit Tender und vierachsige Wagen 15 m und mehr betragen.

Die Zahl der Laufschienen beträgt drei bis sechs. Vielfach werden die Laufschienen, besonders die stärker belasteten mittleren, aus zwei Schienen gebildet. Die Laufrollen sind

zylindrisch, nicht konisch; zur Führung der Bühne erhalten einige derselben Spurkränze, und zwar entweder einseitig oder beidseitig, oder bei doppelten

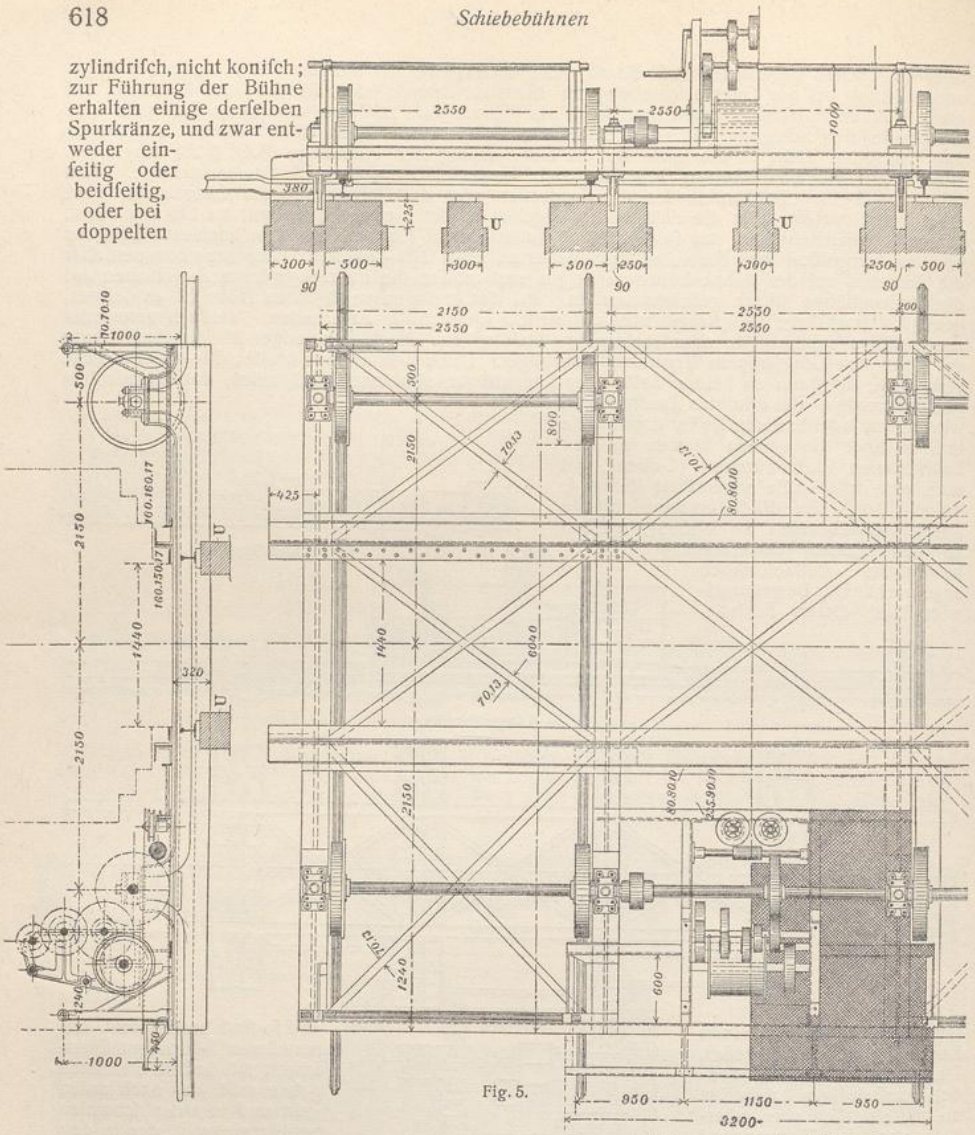


Fig. 5.

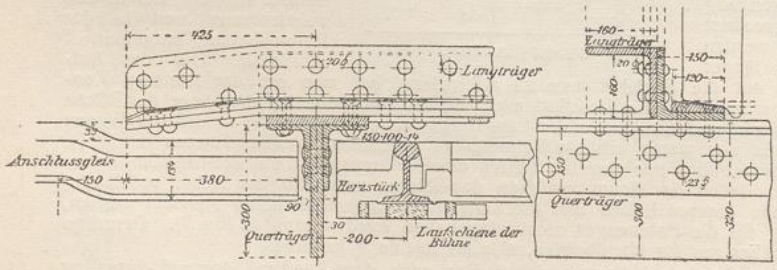


Fig. 6.

Laufschienen in der Mitte, oder es werden an den Querträgern besondere wagerechte Führungsrollen gegen die Laufschienen angebracht. Um guten Gang zu sichern, sind Längs- und Querträger wagerecht gegeneinander abzusteifen.

Die Bewegung der Schiebebühnen geschieht bei solchen für leichtere Lasten von Hand. Die Arbeiter stemmen sich gegen das auf der Bühne stehende Fahrzeug und verschieben es mit der Bühne, manchmal sind aber auch an der Bühne besondere Griffe angebracht, an

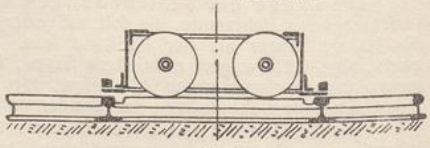


Fig. 7.

welchen die Arbeiter anfaſſen. Bei ſchwereren Laſten geſchieht die Bewegung durch Handkurbel mit Zahnradvorgelege, durch welches ein Teil der Laufrollen bewegt wird. Die Belaſtung dieſer Rollen muß ſo groß ſein, daß ihre Reibung auf der Schiene genügt, um die Schiebebühne ſamt Laſt weiterzubewegen. Bei lebhafter Benutzung, z. B. vor Lokomotivſchuppen, auf Perſonenbahnhöfen (zum Einſtellen von Poſt- und Eilgutwagen in die Züge), auf Güterbahnhöfen geſchieht der Antrieb mechaniſch, durch eine aufgeſetzte oder angehängte Dampfmaſchine oder gegenwärtig, wo eine Stromquelle vorhanden iſt, meiſt elektriſch. Bei mechaniſchem Antrieb iſt aber ſtets noch eine Handwinde für den Notfall vorhanden. Auch Druckwaſſerantrieb wird angewendet, hierbei wird die Schiebebühne mittels Seilen oder Ketten hin und her gezogen.

Die Bewegungsgeſchwindigkeit der Wagenſchiebebühnen beträgt: Bei Handbetrieb 0,2 bis 0,5 m/sec, bei mechaniſchem Betrieb 1,0—1,5 m/sec, je nachdem belaſtet oder leer, die der Lokomotivſchiebebühnen bei Handbetrieb leer mit vier Arbeitern etwa 0,16 m/sec, belaſtet mit acht Arbeitern etwa 0,08 m/sec, bei mechaniſchem Antrieb leer 0,5—1,0 m/sec, belaſtet 0,3 bis 0,5 m/sec. Um die Wagen leicht auf die Bühne ſtellen zu können, werden auf der Bühne, beſonders bei nichtverſenkten, wo die Wagen gehoben werden müſſen, Seilwinden oder Spille angebracht, die von Hand oder bei mechaniſchem Antrieb der Bühne ebenfalls mechaniſch angetrieben werden.

Eine Verbindung von Schiebebühne und Drehſcheibe iſt auf dem Bahnhof St. Lazare in Paris am Ende zweier Perſonengleiſe ausgeführt, um die kurzen Lokomotiven der angekommenen Vorortzüge während des Umſetzens auf das nebenliegende Gleis zugleich drehen zu können. Die Drehſcheibe von 5,25 m Durchmeſſer iſt mit ihrem Mittelzapfen und Umfangsring auf der Schiebebühne gelagert. Dieſe iſt dreigleiſig, ſo daß bei jeder Endſtellung der Schiebebühne die beiden Gleiſe durchgehen, ſie läuft mit 24 Rollen auf vier verſenkten Lauffſchienen und iſt nur 6 m lang. Der Betrieb iſt hydrauliſch [6], 1888, S. 206.

Literatur: [1] Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Bd. 6, Wien 1894. — [2] Meyer, G., Grundzüge des Eiſenbahnmaſchinenbaus, Bd. 3, Berlin 1886. — [3] Fränkel, Schiebebühnen und Drehſcheiben, 2. Aufl., Prag 1876. — [4] Heuſinger v. Waldegg, Spez. Eiſenbahntechnik, Bd. 1, Leipzig 1877. — [5] Revue générale des chemins de fer 1884, 1889, 1891, 1904. — [6] Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1879, 1883, 1888, 1889, 1890, 1905. — [7] Glaſers Annalen 1888, II, 1898, I. — [8] Muſterzeichnungen der preußiſchen Staatsbahn 1894 (nicht käuflich). — [9] Eiſenbahntechnik der Gegenwart, 3. Abſchn., Bahnhofsanlagen, Wiesbaden 1899. — [10] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Bd. 5, Der Eiſenbahnbau, 3. Abt., Leipzig 1898. *H. Kübler.*

Schiebefenſter, Fenſter, deren Flügel nicht um eine Achſe drehbar ſind, ſondern ſich in Nuten der Futterrahmen verſchieben laſſen; dies kann auf- und abwärts oder auch nach der Seite geſchehen. Ueber die Konſtruktion ſ. Fenſterrahmen, Bd. 3, S. 698, Abſ. 3. *Weinbrenner.*

Schiebelade (Wechſellade), bei welcher die Schützenkäſten nebeneinander angeordnet ſind; ſie wird horizontal verſchoben. Die Einrichtung wird bei den mechaniſchen Webſtühlen nicht mehr verwendet; ſ. Weberei.

Schiebepflaſter, ſ. Straßenbau.

Schieber gleiten in der Dichtungsfläche über der abzuſchließenden Oeffnung hin und werden an ſeitlichen Leiſten oder nur durch die zu ihrer Bewegung dienende Schieberſtange geführt, wogegen Ventile und Klappen ſich von der Sitzfläche abheben und dabei einer ſicheren Führung bedürfen, ſich auch ſelbſttätig durch den Druck der Flüſſigkeit bewegen können und eine Steuerung von außen dadurch erſchweren, daß der Hub durch den Ventilſitz feſt begrenzt wird und daß die bewegte Maſſe beim Aufſetzen plötzlich zur Ruhe kommen muß.

Ueber Abſperrſchieber für Rohrleitungen ſ. Bd. 1, S. 37 u. 39 und den Miſſongſchieber [3].

Schieber für Dampfmaſchinen haben als Grundform den einfachen Muſchelſchieber Fig. 1. In der Mittelſtellung überdeckt jeder Schieberlappen den Kanal a mit der äußeren Ueberdeckung e und der inneren Ueberdeckung i; die Muſchel m bleibt mit dem Austrittkanal a_0 beſtändig in Verbindung. Der Kanalquerſchnitt $a\,b$ beträgt rund $^1/_{20}$ der Kolbenfläche, und das Verhältnis $a : b$ iſt $^1/_4$ für kleine, $^1/_6$ bis $^1/_8$ für mittlere, $^1/_{10}$ für große Abmeſſungen. Im ganzen kommt a auf $^1/_{15}$ bis $^1/_{12}$ vom Zylinderdurchmeſſer D. Die ganze Breite B des Schiebers überragt die Kanalbreite b auf jeder Seite um 15—30 mm. Die ganze Schieberfläche $B\,L$ ſoll möglichſt klein werden. Die Stärke des Steges zwiſchen den Kanälen beträgt etwa $0{,}5\,a + 10$ mm. Folgende Tabelle gibt einen Anhalt für den Entwurf der Schieberdiagramme:

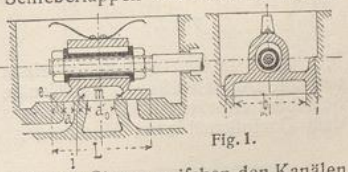


Fig. 1.

Füllung:	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$e : a =$	$^1/_3$	$^2/_3$	$^3/_3$	$^4/_3$	$^5/_3$
$i : a =$	$^1/_7$	$^1/_6$	$^1/_5$	$^1/_4$	$^1/_3$
$r : a =$	$^4/_3$	$^5/_3$	$^6/_3$	$^7/_3$	$^8/_3$
$\sin\delta =$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

In der Totlage der Kurbel ſteht der Mittelpunkt des Exzenters um $r \sin\delta$ jenſeits der Wellenmitte, und der Schieber hat ſich um $e + v$ aus ſeiner Mitte verſchoben, ſo daß er den Kanal um die lineare Voreilung von v mm öffnet. Aus der Beziehung $e + v = r \sin\delta$ ergibt

ſich der Voreilungswinkel δ. Bei dem weiteſten Ausſchlage des Schiebers um r nach rechts iſt die linke Schieberkante um $e + a + u = r$ verſchoben, wobei u das Maß des Ueberlaufens bezeichnet, das meiſtens $= 0$, für geringe Füllungsgrade negativ iſt. Wenn der Exzenterradius auf $r = a + i$ beſchränkt wird, öffnet der Schieber den Kanal a für den Auslaß bis zur vollen Weite. Der Schieberlappen, deſſen Länge $e + a + i$ iſt, muß in der äußerſten Stellung auf dem Stege jedenfalls genügend decken, etwa 8—15 mm. Er deckt dabei einen Teil des Auspuffkanals a_0 ab, der noch frei bleibende Teil von a_0 ſoll möglichſt noch $= a$ ſein, womit a_0 beſtimmt iſt. Das Maß a gilt zugleich als Mindeſthöhe der Muſchel. Die Muſchellänge m ergibt ſich, wenn man den Schieber wieder in der Mittelſtellung über den nunmehr beſtimmten Abmeſſungen der Kanäle des Schieberſpiegels aufträgt. Die ganze Länge des Spiegels erhält man daraus, daß bei dem weiteſten Ausſchlage der vorderſte Schieberlappen noch die genügende Unterſtützung und Deckung finden muß.

Die Wand des Schiebers kann $0{,}5\,a + 5$ bis 10 mm ſtark angeſetzt und als Platte (ſ. d.) nachgerechnet werden, die Lappenſtärke iſt etwas größer; die Stärke d der Schieberſtange rund $0{,}05\,D + 15$ mm, die Entfernung ihrer Mitte vom Schieberſpiegel, etwa $= 2\,d$, möglichſt gering, um das Kippmoment am Schieber klein zu halten; übrigens iſt auf die Anordnung der äußeren Steuerung Rückſicht zu nehmen. An der Stange wird der Schieber ohne axialen Spielraum ſo angeſchloſſen, daß er ſich auch nach Abnutzung an den Spiegel dicht anlegen kann unter der Wirkung des Dampfdruckes und von Federn (Fig. 1 und 2). Rechnet man den Ueberdruck von p Atmoſphären des Dampfes gegenüber dem Ausſtrömungsdruck auf $B \cdot L$ qcm Schieberfläche und dividiert mit der Gleitfläche $B\,L - (a + m + a)\,b$ qcm, ſo erhält man den Flächendruck, der 10—20 kg/qcm einhalten ſoll. Je nach der Aufſtellung des Schiebers kommt hierbei noch das Eigengewicht des Schiebers und der Druck der Anpreſſungsfeder in Betracht. Die Reibung ergibt ſich angenähert zu $p\,B\,L\,\mu$, wobei die Ziffer $\mu = 0{,}25$ für neue [4], 0,10 für eingelaufene Schieber gelten mag. Beiſpielsweiſe wird ein Schieber von 30×50 cm Größe bei 10 Atmoſphären Ueberdruck und 0,1 m/sec mittlerer Geſchwindigkeit für $\mu = 0{,}1$ zur Ueberwindung der Reibung 20 PS. brauchen. Die Rückſicht auf die Schieberreibung ſteht dem Beſtreben entgegen, auch bei geringer Belaſtung der Maſchine hohe Spannung im Schieberkaſten zu halten und kleine Füllung zu geben; ebenſo muß dieſer theoretiſchen Forderung entgegen die Berückſichtigung wirken, daß der hohe Anfangsdruck im Zylinder bei kleiner Füllung ſchädlich auf die Lager und Gelenke wirkt und nur mit geringem Wirkungsgrade die Kurbel treibt. Bei leichtem Betrieb droſſelt man daher beſſer den Dampf vor dem Schieberkaſten und erhöht die Füllung auf ein normales Maß.

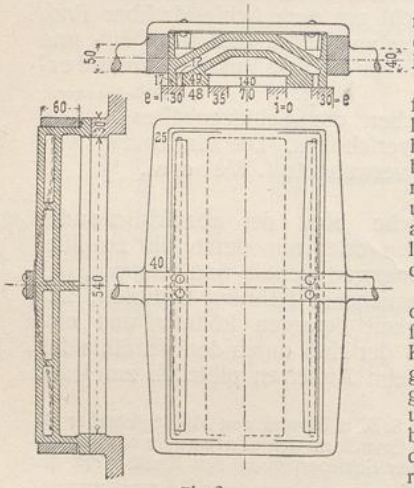


Fig. 2.

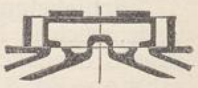


Fig. 3.

Der Muſchelſchieber leiſtet bei ſeiner Einfachheit Außerordentliches. Allen Neuerungen gegenüber hat er ſich bei kleinen Maſchinen mit großen Füllungen behauptet und mit geringen Abänderungen an Lokomotiven, Lokomobilen, Dampfpumpen, Schiffsmaſchinen und einer großen Zahl von Betriebsmaſchinen, beſonders auch in Verbindung mit Kuliſſenſteuerung für veränderliche Füllung und als Wechſelſchieber für Umkehrung des Ganges [5] dauernd bewährt.

Der Schieber mit Trick-Kanal (Fig. 2) verdoppelt die Oeffnungsweite des Kanals a beim Oeffnen und Abſchließen, indem er gleichzeitig mit der Eröffnung des Kanals durch die linke äußerſte Schieberkante den Durchgang des Dampfes vom rechten Ende des hierfür abgemeſſenen Schieberſpiegels in den linken Kanal (und umgekehrt) freigibt. Er findet weitgehende Anwendung beſonders bei Lokomotiven. Wenn die Mündungen des im Schieber eingegoſſenen Kanals etwas näher gerückt werden als in Fig. 2, ergibt ſich eine Ueberſtrömung von expandiertem Dampf auf die andre Kolbenſeite zur Füllung des ſchädlichen Raumes [6]. — F. J. Weiß in Baſel empfiehlt ſeinen Schieber (Fig. 3) mit Ueberſtrömung durch die Muſchel und mit Doppeleröffnung der Kanäle für den Austritt, wozu allerdings eine größere Länge des Schiebers erforderlich iſt [7]. Weitere Ausbildungen hat Hochwald angegeben [8]. Gibt man dem Dampfkanal zwei Mündungen (Fig. 4), je von der Weite $\frac{1}{2}\,a$, ſo vermindert ſich der

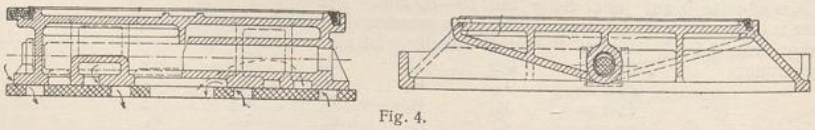


Fig. 4.

Schieberweg und Exzenterradius faſt auf die Hälfte. Den inneren Mündungen ſtrömt der Dampf in Querkanälen von den Seitenwänden des Schiebers aus zu. Dieſe Schieberart von Penn iſt hauptſächlich bei Schiffsmaſchinen gebräuchlich [1], [9]. Durch weitere Teilung der Mündung kommt man zu Gitterſchiebern, deren Dichtung weniger ſicher wird [10].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schieberentlaſtungen haben ſich hauptſächlich bei den großen Schiebern der Mitteldruckzylinder in der Marine eingeführt, und zwar nach Fig. 4 durch Abſchluß eines Teiles der Rückenfläche mittels abdichtenden und gegen eine Gleitplatte federnd angepreßten Ringes, wobei der Innenraum mit der Ausſtrömung in Verbindung ſteht [11]. An dem Schieber (Fig. 4) von rund 1,2 m Länge und 1,5 m Breite wird der Ring von 1 m Durchmeſſer durch ſechs Federn radial angedrückt; die Schlitzfuge des Ringes iſt durch eine winkelförmige Zunge überdeckt. Einen einfacheren, nicht ſo zuverläſſig abdichtenden Ring mit federnder Unterlage zeigt der Schieber eines Dampfhammers für übertretenden Dampf (Fig. 5) Die Zylinderform des Schiebers und Schieberſpiegels bietet auch eine Art der Entlaſtung vom Dampfdruck. Hierbei wird der Schieber entweder durch Drehung der Stange bewegt oder er gleitet in der Achſenrichtung. Soll ein Rundſchieber zur erforderlichen Dichtung durch den Dampfdruck genügend angepreßt werden, ſo darf er nur bis zu 150° Umfang bedecken, weil ſonſt die Ränder nicht dicht halten. Die Entlaſtung im Verhältnis der Sehne zum Bogen iſt hierbei eine mäßige Wichtiger für die Ausführung iſt die Art der Bearbeitung und der Anſchluß der äußeren Steuerung. Einen Muſchelrundſchieber mit Trickſchem Kanal zeigt Fig. 6 (vgl. Bd. 2, S. 602, Fig. 10—12) [12]; geteilte, d. h. für jedes Zylinderende beſonders ausgebildete Muſchelſchieber ſ. Bd. 2, S. 663, Fig. 3; Drehſchieber dieſer Art werden auch bei Luftkompreſſoren (Bd. 6, S. 252, Fig. 19) an Stelle von Saugventilen benutzt. Trennt man noch weiter Ein- und Ausſtrömung, ſo gelangt man zu den Corlißſchiebern (Fig. 7). Der Wilſonſche Hahn an Dampfhämmern (Bd. 2, S. 553, Fig. 13—15) mit ſchlankkoniſcher Form klemmt ſich, wenn er paſſend eingeſtellt iſt und durch Aufnahme des Friſchdampfes heißer wird als das Gehäuſe. An dem zu einem Dampfhammer von G. Brinkmann & Co. in Witten a. d. R. gehörigen, eingeſchliffenen Kolbenſchieber (Bd. 2, S. 663, Fig. 5) ſtrömt der Dampf durch die Muſchel nach unten oder oben in den Zylinder, während das Innere des Schieberkaſtens mit dem Auspuff in Verbindung ſteht. Er iſt dem vorigen weit überlegen. Für Dampfmaſchinen gibt man den Kolbenſchiebern mit Rückſicht auf die Abnutzung bei dauernder Bewegung beſondere Dichtungsringe (vgl. [13]). Sie eignen ſich im Gegenſatz zu Flachſchiebern auch für Heißdampf [14]. Fig. 8 zeigt den Kolbenſchieber von 180 mm Durchmeſſer mit innerer Zuſtrömung für preußiſche Lokomotiven [15]. Die Trennung für Einlaß und Auslaß auf jeder Zylinderſeite führt zu den Kolbenventilen (Fig. 9) nach Patent van den Kerchove mit Ausklinkſteuerung für den (in Eröffnungsſtellung gezeichneten) Einlaßſchieber [16]. Haben eingeſchliffene Kolbenſchieber längere Dichtungsflächen, ſo ſaugen ſie ſich, beſonders unter hohem Dampfdruck, einſeitig feſt und verurſachen nach Verdrängung der Schmiere große Reibung und Abnutzung ſowie Dampfverluſte an der gegenüber liegenden Seite, worauf Ingenieur Friedr. Becher in Landsberg a. W aufmerkſam macht und beſondere Formen in Vorſchlag bringt. Man muß, wie bei den in großer Länge aufliegenden Pumpenkolben (ſ. d.), die zylindriſchen Gleitflächen durch Ringnuten teilen oder Setzringe anwenden.

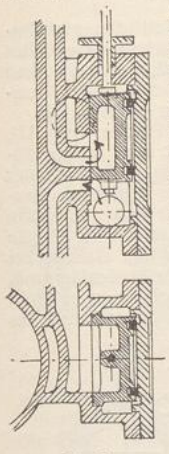


Fig. 5.



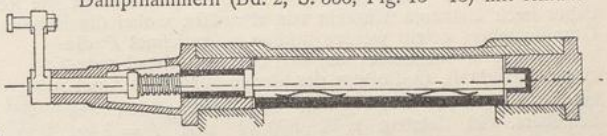


Fig. 7.



Fig. 6.

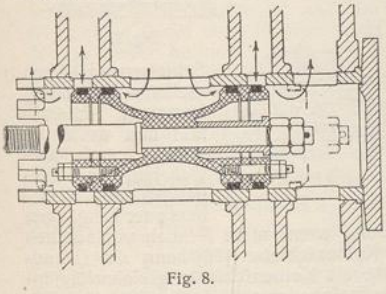


Fig. 8.

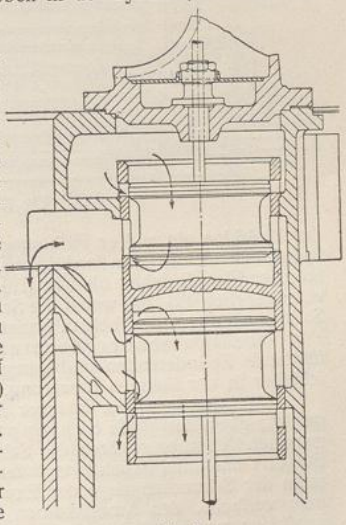


Fig. 9.

Um den Abſchluß der Dampfeinſtrömung unabhängig von der übrigen Steuerungstätigkeit des Schiebers einſtellen zu können, läßt man beſondere Expanſionsſchieber auf dem Rücken des Grund- oder Verteilungsſchiebers laufen, welcher dazu mit durchgehenden Kanälen für den Dampfeintritt zu verſehen iſt. Der Grundſchieber erhält etwa 20°, der obere Schieber 60—90° Voreilung und gleichen oder etwas größeren Exzenterradius. Die Füllung wird um ſo kleiner, je weiter die Außenkanten des Expanſionsſchiebers auseinander ſtehen. Die Meyerſteuerung (Fig. 10) erreicht dieſe Veränderung dadurch, daß die beiden Schieberplatten auf linkem und

rechtem Gewinde der Schieberſtange durch Drehung der Stange verſtellt werden. Sie eignet ſich für Einſtellung von Hand an Pumpmaſchinen, an den großen Zylindern von Verbundmaſchinen u. ſ. w., wogegen der Regulator nur dann die Steuerung zu beherrſchen vermag,

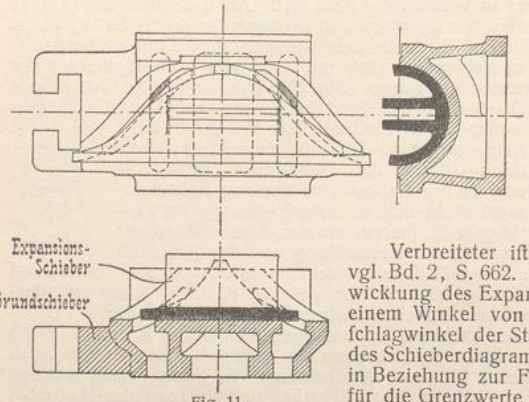


Fig. 11.

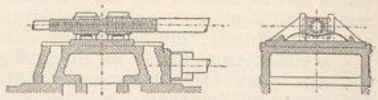


Fig. 10.

wenn die Schraube ſtatt des gewöhnlichen flachen oder halbrunden Gewindes nur einen einzigen, entſprechend ſtarken Schraubenumgang enthält, wobei Klemmungen nicht eintreten können [11].

Verbreiteter iſt die Steuerung von Rider (Fig. 11), vgl. Bd. 2, S. 662. Beim Entwurf zeichnet man in der Abwicklung des Expanſionsſchiebers die ſchrägen Kanäle unter einem Winkel von 45° oder von 30° für kleineren Ausſchlagwinkel der Stangendrehung, beſtimmt ferner mit Hilfe des Schieberdiagramms die axiale Oeffnungsweite der Kanäle in Beziehung zur Füllung und ermittelt ſo den Drehwinkel für die Grenzwerte der Füllungen. Iſt dieſer Ausſchlag groß, z. B. 60°, ſo erfolgt die Regulierung langſam; man ſtrebt daher nach kleineren Winkeln von etwa 20°, wobei die Kanalmündungen auf dem Rücken des Grundſchiebers geteilt werden müſſen. Bezeichnet P die vom Regulator ausgeübte, auf den Schieberſpiegel reduzierte Seitenkraft, Q die von der Stange ausgeübte Axialkraft, ſo wird $\sqrt{P^2 + Q^2}$ gleich der Reibungskraft des Schiebers. Iſt letztere z. B. 500 kg und $P = 2$ kg, ſo ergibt ſich Q zu faſt 500 kg, und das Verhältnis $P : Q = 2 : 500 = 0{,}004$ gibt die Richtung der Verſchiebung gegen die Achſenrichtung an, oder daß auf 100 mm Schieberweg 0,4 mm Seitenverſchiebung kommen. Hieraus läßt ſich weiter ermitteln, nach wieviel Hin- und Hergängen des Schiebers oder Umgängen der Maſchine ein andrer Füllungsgrad erreicht werden kann, wenn nicht P noch veränderlich anzuſetzen iſt. In der Ausbildung dieſer Steuerung als Kolbenſchieber [18] kann der Grundſchieber Flachſchieber bleiben [19] oder es ſtecken beide als Kolbenſchieber gleichachſig ineinander (Fig. 12) [20], wobei die Schieberſtangen gleichfalls ineinander geſteckt ſind [21] (ſ. Bd. 2, S. 604) oder von den beiden Enden aus in den Kaſten gehen oder exzentriſch angreifen (Fig. 12).

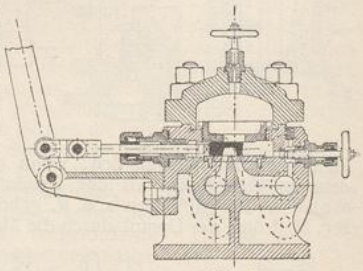


Fig. 13.

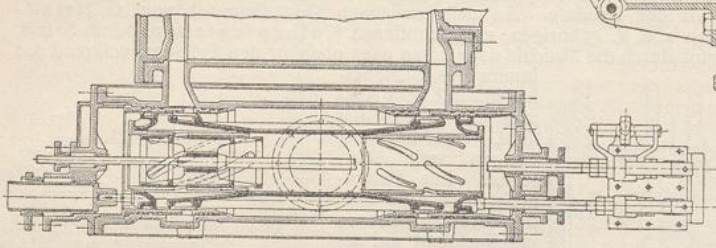


Fig. 12.

Die Dautzenbergſteuerung [22] enthält ineinander gleitende Kolbenſchieber, getrennt für beide Zylinderenden und geregelt durch Verlegung des Schwingungsmittels der Expanſionsſchieber in der äußeren Steuerung.

Man hat auch die Schieber aus mehreren Teilen mit gegenſeitigem Spielraum zuſammengeſetzt; doch ſind dieſe Schleppſchieber für die üblichen hohen Geſchwindigkeiten nicht geeignet. Hierher gehören die Schieber von Ehrhardt mit loſer Muſchel im Schieber, von Farcot mit loſen Expanſionsplatten und ſtillſtehenden Anſchlägen, von Guhrauer mit Spielraum der Schneckengänge der Expanſionsſchieberſtange in den Schieberplatten. Anderſeits hat man verſucht, den Arbeitskolben ſelbſt oder die Kolbenſtangen als Steuerungsſchieber auszubilden; man erhält bei dieſen Vereinfachungen wohl brauchbare, aber nicht ſparſame Dampfverteilung. Aehnlich verhält es ſich mit der Steuerung von Hoch- und Niederdruckzylinder mit einem einzigen Schieber [23].

Einen Steuerſchieber von Bronze auf Stahlplatte für Druckwaſſer zeigt Fig. 13 [2].

Schieber an Stelle von Abſperrventilen kommen bei Dampfhämmern und als Regulatoren bei Lokomotiven vor; Drehſchieber, d. h. kreisrunde, um ihre Achſen drehbare Scheiben, bei kleinen Lokomotiven als Regulatoren, in weiterer Ausbildung mit Muſchel und Kanälen im Führerbremsventil der Luftdruckbremſen. Die bei dauerndem Betrieb entſtehende ungleiche Abnutzung der äußeren und inneren Flächenteile ſteht einer Benutzung zur Steuerung entgegen.

Literatur: [1] Die Lehrbücher über Dampfmaſchinen, Schiffsmaſchinen, Lokomotiven, Steuerungen, Schieberdiagramme. — [2] Ernſt, Hebezeuge, 4. Auflage, Berlin 1903. — [3] Zeitſchr.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 500. — [4] Ebend. 1892, S. 73. — [5] Ebend. 1906, S. 453. — [6] Ebend. 1892, S. 926. — [7] Ebend. 1895, S. 762 und 800; 1896, S. 546 und 744. — [8] Ebend. 1905, S. 1324; 1907, S. 1384. — [9] Ebend. 1892, S. 1371. — [10] Ebend. 1908, S. 988. — [11] Ebend. 1897, S. 46 und 99. — [12] Ebend. 1892, S. 567; 1893, S. 538; 1897, S. 274. — [13] Ebend. 1892, S. 1157, 1178, 1276, 1406. — [14] Ebend. 1902, S. 155; 1903, S. 300. — [15] Ebend. 1906, S. 639; 1907, S. 1343. — [16] Ebend. 1908, S. 595. — [17] Ebend. 1892, S. 142. — [18] Ebend. 1903, S. 11—17. — [19] Ebend. 1892, 1246; 1897, I. — [20] Ebend. 1890, S. 1056. — [21] Ebend. 1897, X. — [22] Ebend. 1896, S. 466. — [23] Ebend. 1897, S. 187. *Lindner.*

Schieber für Gasbeleuchtung, ſ. Abſperrvorrichtung der Gasanſtalten.

Bei Gasleitungen kommen in neuerer Zeit, um das mit den gewöhnlichen Abſperrvorrichtungen unmögliche raſche Oeffnen und Schließen zu beſorgen, die ſogenannten **Schnellſchlußſchieber** zur Verwendung. Für kleinere Rohrdimenſionen bis zu 300 mm Weite eignet ſich die Konſtruktion der Berlin-Anhaltiſchen Maſchinenbauaktiengeſellſchaft (Fig. 1 und 2), bei der das Verſchlußſtück *d* einſeitig auf die Abdichtungsfläche aufgeſchliffen iſt und durch eine auf den Knaggen *c* gleitende ſchräge Ebene *b* angepreßt wird. Durch Heben oder Senken des Handhebels *e* kann der Schieber raſch geöffnet oder geſchloſſen werden und vermag mittels der Schraubenmutter *a* in jeder beliebigen Höhenlage feſtgeſtellt zu werden. Der Schnellſchlußſchieber von J. Pintſch (vgl. Fig. 3, D.R.P. Nr. 139137) dient zum ſchnellen Oeffnen und Schließen des Durchganges durch große Rohrleitungen von 600 mm und mehr lichter Weite. Zwei konzentriſch einander gegenüberliegende Teller *a* und *b* bewirken in der gezeichneten Stellung mit ihren abgerundeten, auf die im Innern des Gehäuſes befindlichen abgerichteten Sitzflächen *c* aufgepreßt, eine vollkommene Abdichtung. Jeder dieſer Teller iſt durch zwei Kniehebelpaare *d* und *e* ſo mit der ſenkrechten Schieberſpindel *f* verbunden, daß beide den Bewegungen der letzteren folgen müſſen. Oben trägt die Verlängerungsſäule zur Führung der Spindel eine drehbare aber nicht verſchiebbare Rotgußmutter *g*, die mittels Handrades *h* gedreht werden kann, während darüber ein Handkreuz *i* auf das obere Spindelende feſtgekeilt iſt; innerhalb der Säule bei *k* iſt auf der Spindel eine kleine Traverſe befeſtigt, deren Endzapfen ſich in einem Vertikalſchlitz der Säule verſchiebt und die Spindel zeitweilig am Drehen hindert. Der Schlitz endet oben in eine ringförmige Nute *l*, ſo daß, ſobald die Zapfen ſich in dieſer befinden, eine Drehung der Spindel um 90° möglich iſt. Zum Oeffnen des Durchganges hebt man die Spindel durch wenige Umdrehungen an, wobei ſich die unteren Kniehebel löſen und die Teller von den Sitzflächen abheben und einander nähern; gleichzeitig verlaſſen die Traverſenzapfen die Schlitze und treten in die Nute, und mittels des Handkreuzes wird die Spindel um 90° gedreht, und der volle Querſchnitt des Schiebers iſt geöffnet. Beim Schließen des Schiebers vollzieht ſich der Vorgang in umgekehrter Folge. *G. F. Schaar.*

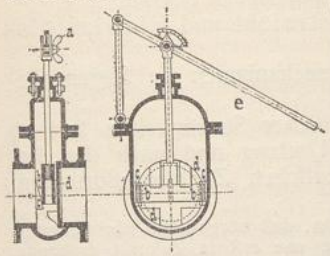


Fig. 1 und 2.

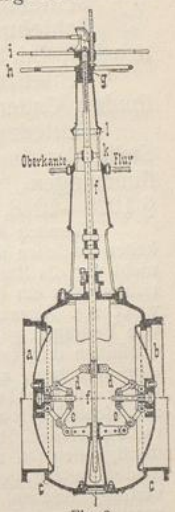


Fig. 3.

Schieberkompreſſoren, ſ. Luftkompreſſor, Bd. 6, S. 252.

Schieberluftpumpen, Luftpumpen (ſ. Bd. 6, S. 255), bei welchen die Steuerung durch einen Schieber erfolgt.

Die bekannteſte Schieberluftpumpe iſt diejenige von Weiß, welche in ihrer Bauart dem bei den Luftkompreſſoren abgebildeten Kompreſſor (Bd. 6, S. 252, Fig. 17 und 18) entſpricht. Bei der Schieberluftpumpe von Köſter (Fig. 1 und 2) wird die Luft durch die Kanäle M_1 und M_2 und P im Schieberſpiegel in die Zylinderkanäle K_1 und K_2 bezw. die beiden Zylinderſeiten eingeſaugt, indem die Räume S_1 und S_2, welche mit dem Raum S und der Abſaugeleitung kommunizieren, abwechſelnd mit K_1 und K_2 in Verbindung gebracht werden. Das Ausſtoßen in die Atmoſphäre geſchieht durch das Ventil V im Druckkanal D. Im Luftpuffer des Ventils wird reine atmoſphäriſche Luft komprimiert, um beim Pumpen unreiner Gaſe ein Verſchmutzen und eine ſtarke Abnutzung der Ventilführung zu vermeiden. Zum Zwecke des Druckausgleichs gegen Ende des Ausſchubhubes iſt ein mittlerer Kanal A vorhanden, welcher in der Totpunktlage

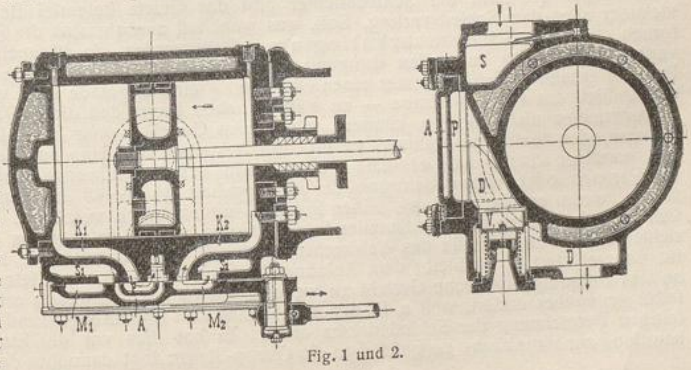


Fig. 1 und 2.

beide Zylinderſeiten miteinander verbindet. Hierdurch wird der volumetriſche Wirkungsgrad weſentlich erhöht, allerdings auf Koſten des Kraftbedarfs. Das mit dieſer Luftpumpe erreichbare und von der ausführenden Firma Pokorny & Wittekind in Bockenheim-Frankfurt a. M. garantierte Vakuum beträgt bei geſchloſſenem Saugrohr 3—5 mm Queckſilberſäule. Soll noch ein höheres Vakuum erzielt werden, wie es für Zwecke der chemiſchen Induſtrie zuweilen erforderlich iſt, ſo werden zwei derartige Luftpumpen hintereinander geſchaltet, in welchem Falle ein Vakuum von $^1/_2$ bis 1 mm Queckſilberſäule garantiert wird. — Ueber die Theorie der Schieberluftpumpen und andre Ausführungen ſ. v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., Berlin 1903, S. 267, 605 und 633.

v. Ihering.

Schieberſteuerung, ſ. Schieber.

Schiebeſchranke, ſ. Wegeſchranken.

Schiebeſitz, ſ. Paſſung, S. 47.

Schieblehre (Schublehre), ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 398.

Schiebung, ſ. v. w. Gleitung; vgl. Schubelaſtizität und Elaſtizitätsmodul, Bd. 3, S. 393.

Schiebzeug, Bezeichnung für die Vorſchubmechanismen an Sägen (beſonders Gatterſägen), ſ. Sägen.

Schiedsgerichte zur Entſcheidung privatrechtlicher Streitigkeiten ſind an Stelle der ſtaatlichen Gerichte zugelaſſen in dem Umfang und nach den Beſtimmungen, wie ſie aus dem 10. Buch der Deutſchen Zivilprozeßordnung, § 1025—1048, erſichtlich ſind.

Hiernach können Parteien einen Vertrag ſchließen dahin, daß bürgerliche Rechtsſtreitigkeiten zwiſchen ihnen, und zwar ebenſo ſchon gegenwärtige wie erſt in Zukunft drohende, nicht vor die ſtaatlichen Gerichte ſollen gebracht werden dürfen, ſondern durch einen Schiedsrichter oder ein Kollegium von ſolchen entſchieden werden ſollen — ſogenannter Schiedsvertrag. Vorausſetzungen für die Gültigkeit dieſes Vertrags ſind — von den für alle Arten von Verträgen gültigen Beſtimmungen des Bürgerlichen Geſetzbuchs abgeſehen —, daß durch denſelben dritte (natürliche oder juriſtiſche) Perſonen, alſo nicht die Parteien ſelbſt oder eine derſelben, auch nicht die Organe (geſetzliche Vertreter, Direktoren, Beamte u. ſ. w.) derſelben an Stelle der ordentlichen Gerichte, deren Anrufung alſo begriffsnotwendig ausgeſchloſſen ſein muß, zur Entſcheidung eines bürgerlichen Rechtsſtreits berufen werden; handelt es ſich nicht um ſchon ſchwebende, ſondern erſt um künftige Rechtsſtreitigkeiten (cf. die Schiedsgerichtsklauſeln in Bau- und vielen andern Verträgen), ſo muß der Schiedsvertrag genau das Rechts-(Vertrags-)verhältnis bezeichnen, auf das ſich der Schiedsvertrag beziehen ſoll. Mit andern Worten: zwei Parteien können nicht gültig ein für allemal vereinbaren, daß alle zwiſchen ihnen entſtehenden Zivilrechtsſtreitigkeiten durch Schiedsrichter zu entſcheiden ſeien, ſondern die Vereinbarung muß genau ſpezialiſiert ſein, muß alſo z. B. getroffen werden „hinſichtlich des Bauvertrags vom ..... und der aus dieſem entſpringenden Rechtsſtreitigkeiten“ oder ähnliches. Eine Form für den Schiedsvertrag iſt nicht vorgeſchrieben, doch iſt Schriftlichkeit ſelbſtverſtändlich dringendſt zu empfehlen. Jede Partei kann jederzeit die Errichtung einer ſchriftlichen Urkunde über den Schiedsvertrag verlangen.

Die Konſtituierung des Schiedsgerichts anlangend, ſo hat, wenn der Schiedsvertrag nichts andres beſtimmt, jede Partei einen Schiedsrichter zu ernennen; die betreibende Partei, alſo diejenige, die das ſchiedsgerichtliche Verfahren in Gang ſetzen will, hat ihren Schiedsrichter ſchriftlich der Gegenpartei zu bezeichnen und dieſe aufzufordern, binnen der Friſt von einer Woche ein Gleiches zu tun. Eine Form für dieſe Mitteilung iſt nicht vorgeſchrieben, doch ſollte eine ſolche mindeſtens durch eingeſchriebenen Brief, entſchieden noch beſſer aber im Weg der Zuſtellung durch Vermittlung eines Gerichtsvollziehers (in Württemberg Zuſtellungsbeamten) erfolgen. Verſäumt die Gegenpartei die erwähnte Friſt, ſo kann die betreibende Partei die Ernennung des andern Schiedsrichters durch das nach den allgemeinen Regeln örtlich und ſachlich zuſtändige Gericht beantragen; mit Ablauf der Friſt verliert die Gegenpartei endgültig ihr Wahlrecht.

Ueber die Zahl der Schiedsrichter gibt das Geſetz keinerlei Beſtimmungen, überläßt vielmehr alles dem Schiedsvertrag. Soll, was wohl faſt ausnahmslos die Regel iſt, der Schiedsſpruch durch ein Schiedsrichterkollegium gefällt werden, ſo iſt auch darüber im Schiedsvertrag Beſtimmung zu treffen dringend empfehlenswert, daß und wie die von den beiden Parteien ernannten Schiedsrichter einen Obmann — eine ungerade Zahl von Richtern iſt ſelbſtverſtändlich das einzig Richtige — zu wählen haben bezw. daß dieſer Obmann, wenn ſich die Schiedsrichter nicht einigen können, von einem Gericht, einer Handels- oder Handwerkerkammer oder ähnlichem beſtimmt werde. Ein Schiedsrichter kann aus denſelben Gründen wie ein beamteter Richter abgelehnt werden, alſo namentlich wegen Verwandtſchaft mit einer der Parteien oder wegen Beſorgnis der Befangenheit (§§ 41—43 der Zivilprozeßordnung) und ferner, wenn er die Erfüllung ſeiner Pflichten ungebührlich verzögert. Läßt der Gegner die ihm ohne beſondere Form mitzuteilende Ablehnung gelten, ſo muß er einen neuen Schiedsrichter unter dem Präjudiz des Wahlrechtsverluſtes (ſ. oben) bezeichnen; hält er die Ablehnung für ungerechtfertigt, ſo bleibt dem Ablehnenden überlaſſen, ſich mit ſeinem Ablehnungsantrag an das zuſtändige ſtaatliche Gericht zu wenden. Wird die Ablehnung erſt dem Schiedsgericht ſelbſt gegenüber erklärt, weil z. B. der Ablehnende den Ablehnungsgrund erſt nach der gegenſeitigen Bezeichnung der Schiedsrichter erfuhr, ſo hat dies vor der Einlaſſung auf die Verhandlung zur Hauptſache zu geſchehen (ſo Gaupp-Stein); legt daraufhin der abgelehnte Schieds-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

richter freiwillig sein Amt nieder, so muß die Partei, die ihn bestellt hat, auf Aufforderung der Gegenpartei binnen einer Woche bei Wahlrechtsverlust (s. oben) einen andern Schiedsrichter bezeichnen; weigert sich aber der Schiedsrichter, das Amt niederzulegen, so kann das Schiedsgericht auf Majoritätsbeschluß hin das Verfahren fortsetzen und zu Ende führen, ganz ohne Rücksicht auf den Ablehnungsantrag. Stirbt ein bereits im Schiedsvertrag benannter Schiedsrichter, so tritt der Schiedsvertrag ganz außer Kraft, einerlei, ob das schiedsgerichtliche Verfahren schon begonnen hat oder nicht; dasselbe gilt, wenn ein im Schiedsvertrag benannter Schiedsrichter aus einem andern Grund (z. B. Ablehnung) wegfällt, die Uebernahme des Amts verweigert oder die Erfüllung seiner Pflichten ungebührlich verzögert. Stirbt ein nicht schon im Schiedsvertrag benannter, sondern erst anläßlich der Entstehung von Streitigkeiten ernannter Schiedsrichter, wird er mit Erfolg abgelehnt oder weigert er sich, Schiedsrichter zu werden, so muß die Partei, die ihn bestellt hat, auf Aufforderung der Gegenpartei binnen einer Woche bei Wahlrechtsverlust einen andern Schiedsrichter präsentieren.

Zum Schiedsrichter gewählt werden kann jede geschäftsfähige Person; weitere besondere Erfordernisse (von den obenerwähnten Ablehnungsgründen abgesehen) kennt das Gesetz nicht. Verpflichtet, das Schiedsrichteramt zu übernehmen, ist niemand. Im Strafgesetzbuch §§ 334 und 336 ist die Bestechung eines Schiedsrichters und die vorsätzliche Rechtsbeugung durch einen Schiedsrichter mit besonderer, schwerer Strafe bedroht.

Sind nun all die Schwierigkeiten hinsichtlich der Konstituierung des Schiedsgerichts glücklich vermieden oder beseitigt — und ein böswilliger Gegner findet schon hier ein weites Feld zum Schikanieren! —, so kann das schiedsgerichtliche Verfahren beginnen. Vorgeschrieben ist hier nur, daß das Schiedsgericht vor Erlassung seines Schiedsspruchs die Parteien zu hören und das dem Streit zugrunde liegende Sachverhältnis, soweit erforderlich, zu ermitteln habe. Bei einfacher Sach- und Rechtslage mag es genügen, wenn über die streitigen Punkte in Rede und Gegenrede mündlich verhandelt wird; sobald es sich aber um einen verwickelten Streit handelt, wird die Vorbereitung der Verhandlung durch Schrift und Gegenschrift unvermeidlich sein; hierüber wie überhaupt über das Verfahren kann, wenn der Schiedsvertrag keine Bestimmungen enthält, das Schiedsgericht nach freiem Ermessen Vorschriften geben.

Handelt es sich sodann um eine Beweisaufnahme, z. B. durch Vernehmung von Zeugen und Sachverständigen, so kann das Schiedsgericht solche vernehmen, wenn sie freiwillig erscheinen; zwingen, zu erscheinen oder Angaben zu machen, kann ein Schiedsgericht Zeugen u. s. w. ebensowenig wie sie beeidigen. Erscheint es erforderlich, einen widerspenstigen Zeugen u. s. w. zu hören, einen Zeugen oder Sachverständigen auf seine Aussagen zu vereidigen oder einer Partei einen Eid abzunehmen, so muß sich die interessierte Partei wiederum an das zuständige staatliche Gericht wenden. Dieses prüft selbständig, ob der Antrag zulässig ist, und nimmt, wenn dies zutrifft, die betreffende Handlung vor.

Das Schiedsgericht verhandelt in Sitzungen, zu denen die Parteien einzuladen sind, am besten wieder durch Zustellung einer Ladung; auch die Parteien können zum Erscheinen nicht gezwungen werden, und es steht im Ermessen des Schiedsgerichts, welche Folgerungen es aus dem Nichterscheinen einer Partei oder aus ihrem Nichtverhandeln ziehen will. Ein Verfäumnisverfahren wie vor den staatlichen Gerichten ist für das schiedsgerichtliche Verfahren nicht vorgeschrieben. Die Beratungen der Schiedsrichter darüber, welche Beweise aufzunehmen, welcher Spruch zu fällen sei, sind geheim und vor allen Andern geheim zu halten.

Ist nun der Rechtsstreit entscheidungsreif geworden, so erläßt das Schiedsgericht seinen Schiedsspruch, und zwar nach absoluter Stimmenmehrheit. Der Schiedsspruch ist schriftlich abzufassen und von allen Schiedsrichtern — auch den etwa überstimmten! — unter Angabe des Tags der Abfassung zu unterschreiben; jeder Partei ist eine von den Schiedsrichtern unterschriebene Ausfertigung zuzustellen und schließlich die Urschrift des Schiedsspruchs mit den Urkunden über seine Zustellung an die Parteien auf der Gerichtsschreiberei des zuständigen Gerichts niederzulegen. Wenn all diese Erfordernisse erfüllt sind, aber auch erst dann, ist das schiedsgerichtliche Verfahren zu Ende und hat der Schiedsspruch unter den Parteien die Wirkungen eines rechtskräftigen gerichtlichen Urteils, dessen zwangsweise Vollstreckung aber erst nach Erfüllung weiterer, umständlicher, geld- und zeitraubender Bedingungen möglich ist. Doch sollen vorher noch behandelt werden: Die Aufhebung eines Schiedsspruchs wegen Ungesetzlichkeit, worüber § 1041 der Zivilprozeßordnung Detailvorschriften gibt und die im Wege einer beim zuständigen staatlichen Gericht binnen eines Monats anhängig zu machenden Klage herbeizuführen ist. Ferner: Die Kosten des schiedsgerichtlichen Verfahrens, über die das Gesetz gar keine Bestimmungen enthält. Gibt also der Schiedsvertrag keine Vorschriften, so hat das Schiedsgericht nach seinem Ermessen zu entscheiden, ob die Kosten des Verfahrens ganz einer Partei zur Last gelegt werden oder wie sie zwischen den Parteien verteilt werden sollen; was als Kosten des Verfahrens anzusehen und wie hoch sie zu bemessen sein sollen, z. B. über Reisekosten der Parteien, über Gebühren an Zeugen und Sachverständige, über die Kosten der Vertretung der Parteien durch Anwälte und ähnliches mehr. Ob die Schiedsrichter selbst für ihre eigne Tätigkeit Auslagenersatz und Honorar beanspruchen können, entscheidet sich nach dem zwischen ihnen und ihren Auftraggebern bestehenden Vertragsverhältnis, wird aber meistens anzunehmen sein; über ihr eignes Honorar können die Schiedsrichter selbstverständlich nicht selbst und endgültig entscheiden, sondern müssen ein solches in angemessenem Betrag einklagen, wenn eine Einigung nicht zustande käme. Auch Vorschüsse einverlangen zu dürfen, wird man dem Schiedsgericht zugestehen müssen.

Zahlt oder leistet der im schiedsgerichtlichen Verfahren Unterlegene, was ihm der Schiedsspruch zu zahlen oder zu leisten aufgibt, so ist natürlich kein Raum für Weiteres; zahlt oder leistet er aber nicht, so wird die Frage der Vollstreckbarkeit des Schiedsspruches akut. Aus dem Schiedsspruch findet die Zwangsvollstreckung nur statt, wenn ihre Zulässigkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch ein Vollſtreckungsurteil des zuſtändigen ſtaatlichen Gerichts ausgeſprochen iſt; das will beſagen: um den Gerichtsvollzieher in Bewegung ſetzen zu können, genügt das Vorliegen eines Schiedsſpruchs allein nicht, es muß vielmehr zuerſt eine Klage auf Erlaſſung eines ſogenannten Vollſtreckungsurteils erhoben werden; das ſtaatliche Gericht hat auf dieſe Klage hin von Amts wegen zu prüfen, ob die prozeßrechtlichen und die ſachlichen Vorausſetzungen des Vollſtreckungsurteils, ob ein formell perfekter Schiedsſpruch und ob kein Aufhebungsgrund vorliege, und nach mündlicher Verhandlung eventuell über dieſe Fragen Beweis einzuziehen. Iſt alles in Ordnung, ſo erläßt das Gericht das Vollſtreckungsurteil, ohne die materielle Richtigkeit des Schiedsſpruchs zu prüfen; die Vollſtreckbarkeit des Schiedsſpruchs tritt regelmäßig erſt nach Ablauf der Friſt zur Einlegung eines Rechtsmittels gegen das Vollſtreckungsurteil (ein Monat ab Zuſtellung des Vollſtreckungsurteils) ein. Wird das Vollſtreckungsurteil rechtskräftig verfagt, ſo ſteht dies im praktiſchen Ergebnis der Aufhebung des Schiedsſpruchs gleich; in ſolchem Falle kann das ſchiedsgerichtliche Verfahren (ohne Zuſtimmung des Gegners) nicht wieder in Gang geſetzt werden, ſondern bleibt nur die Einklagung des ſtreitigen Anſpruchs im ordentlichen Prozeßverfahren übrig. Ob hiernach das ſchiedsgerichtliche Verfahren die außerordentliche Beliebtheit, die ihm zuteil geworden iſt, auch verdient, darf billig bezweifelt werden.

Beſondere Beſtimmungen gelten für die Börſenſchiedsgerichte, ſ. Börſengeſetz vom 22. Juni 1896, Reichsgeſetzblatt S. 157 ff., § 28; über die Schiedsgerichte für Arbeiterverſicherung, Invalidenverſicherungsgeſetz vom 13./19. Juli 1899, §§ 103 ff., Reichsgeſetzblatt S. 500 ff. und Geſetz betreffend Abänderung der Unfallverſicherungsgeſetze vom 30. Juni 1900 (Reichsgeſetzblatt S. 335 ff.) §§ 3 ff.; über die Innungsſchiedsgerichte (Gewerbeordnung §§ 81b ff.); endlich über die Tätigkeit des Gewerbegerichts als Einigungsamt (ſ. d.)

Literatur: Kommentare zur Deutſchen Zivilprozeßordnung von Gaupp-Stein u. a. *Sick.*

Schiefe Ebene, im Waſſerbau, ſ. Seilebenen.

Schiefer (Flachſtein), allgemein von parallelen Ablöſungsflächen, welche nicht die Schichtflächen ſind, dicht durchfetzte und daher blätterige oder dünnplattige, feinkörnige Schichtgeſteine, Tonſchiefer, Schiefertone, Phyllite, ſeltener Sandſteine, Mergel. Die Schieferflächen ſind unter ſpitzem Winkel zur Schichtung gerichtet und meiſt die Folge von Druck. — Nur ſelten werden natürliche Schiefer durch Surrogate aus Aſbeſt und Zement (Eternitſchiefer von Hatſchek in Vöcklabruck) erſetzt; ſ. a. Dachſchiefer, Tonſchiefer. *Leppla.*

Schieferdach iſt leichter und dichter als die Ziegeldächer, aber bedeutend teurer. Dachneigung ein Viertel bis ein Fünftel der Tiefe, nicht unter 20°; doch kommen auch ſteile Dachungen vor. Als Unterlage dient eine Schalung aus 14—18 cm breiten Brettern, welche parallel zur Traufe, aber auch ſchräg anſteigend auf den Sparren befeſtigt ſind, bei großen Schiefern auch Lattung, doch iſt dies Dach nicht begehbar und hält zu wenig warm. — Je nach den Bezugsquellen und der Form der Schiefer unterſcheidet man a) deutſches Schieferdach, b) engliſches Schieferdach, wozu auch franzöſiſche und belgiſche Schiefer Verwendung finden.

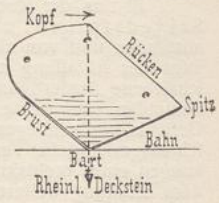


Fig. 1.

a) Deutſches Schieferdach. Bis vor wenigen Jahrzehnten war der deutſche Schiefer das bei uns ausſchließlich verwendete Schiefermaterial (dasſelbe wurde in ganz Weſtdeutſchland bezogen aus Caub am Niederrhein; außerdem liefern dieſes Leheſten [Meiningen], Nuttlar [Ruhr] und Engi [Kanton Glarus, Schweiz]). Der rheiniſche Schiefer iſt ein ſehr kräftiges und dauerhaftes Deckmaterial von unregelmäßiger Geſtalt (Fig. 1) und verſchiedener Größe. Die Eindeckung erfolgt in ſchräg anſteigenden Bahnen oder Gebinden; je flacher das Dach, um ſo ſteiler ſteigen die Gebinde an. Die Richtung wird durch die Stellung und Lage des Daches nach der Wetterſeite bedingt und hat man hiernach von der linken zur rechten oder umgekehrt ſteigende Gebinde; letztere heißen links eingedeckt. Die Steine eines Gebindes müſſen gleichgroß ſein und nimmt deren Größe gegen die Firſt zu ab; daher ſind die Steine zu ſortieren. Die Ueberdeckung beträgt, bei flachen Dächern mehr als bei ſteilen, ca. 6—10 cm. Im allgemeinen beträgt das Freifeld (ſ. Bd. 4, S. 190) zwei Fünftel der Größe jedes Schiefers. Die Befeſtigung erfolgt mit geſchmiedeten Nägeln oder Stiften. Wichtig iſt, dieſe durch Verzinken oder Inöllegen gegen Roſten zu ſchützen, weil letzteres den Schiefer angreift, ihn nagelfaul macht, wodurch er vom Wind leicht erfaßt und losgeriſſen werden kann. Die Zurichtung der Steine erfolgt mittels des Dachhammers auf der Dachbrücke (ſ. d.). Das Einſchlagen der Nagellöcher erfolgt von der unteren Seite aus (Fig. 3) bei allen Deckſchiefern, um den Nagelkopf verſenken zu können; von der oberen Seite (Fig. 4) bei dem Schlußſtein. Das Eindecken erfolgt auf ſehr leichten Dachleitern (ſ. Bd. 3,

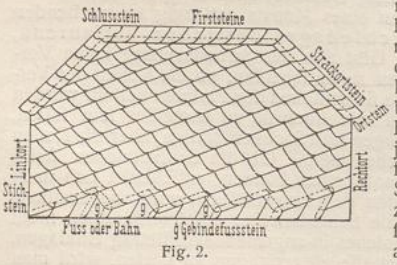


Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 785) oder auf dem Deckſtuhl (ſ. Bd. 2, S. 690), welche durch Seile an Dachhaken (ſ. Bd. 2, S. 507) angehängt ſind. Fuß und Firſt, Ortgang und Streckort werden mit Gebinden aus beſonders geformten Steinen (ſ. Fig. 2) eingedeckt und waren früher nur durch Ueberſtehen des nach der Wetterſeite gerichteten Gebindes gegen Einregnen geſchützt. Die Dachkehlen ſowie die Anſchlüſſe an Gauben- und andre Wände wurden durch ſchmale, lange, ſogenannte Waſſerſteine in flachen Bogen eingedeckt (Fig. 5). Heute dienen hierzu Blechkehlen, aus Zink- oder anderm Blech, wie bei andern Dacheindeckungen (Fig. 6). Die auf der glatten Schieferfläche leicht eintretenden Schneerutſchungen ſind durch den Schneefang (ſ. d.) zu verhüten. — Nach deutſcher Art, d. h. in ſchräg gehenden Bahnen, werden noch Schiefer andrer Herkunft eingedeckt. Dieſe ſind von regelmäßiger Form, quadratiſch oder rechteckig. Beſſer als dieſe ſind die ſechseckigen Steine (Fig. 7), welche an den ſeitlichen Ecken ein dichteres Anſchließen geſtatten. Für Ueberdeckung und Befeſtigung gilt das oben Geſagte.

Fig. 5.



Fig. 6.

b) Das engliſche Schieferdach wird in horizontalen Schichten oder Bahnen im Verband eingedeckt nach Art des einfachen oder des doppelten Ziegeldaches. Bei dem einfachen Dache wird 10 cm weniger als Plattenhälfte überdeckt, bei dem Doppeldache 3 cm mehr (Fig. 8 und 9). Die Befeſtigung erfolgt durch Nägel oder Haften. Die Größe der Schiefer iſt eine verſchiedene, in ſechs Nummern von 20—36 cm Breite und 41—61 cm Länge. Die Form iſt eine länglich-viereckige, die an dem unteren Ende gerade oder im Dreieck, im Halbkreis oder in reicherer Muſterung abſchließt.

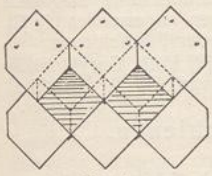


Fig. 7.

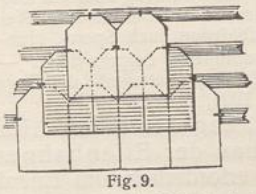


Fig. 9.

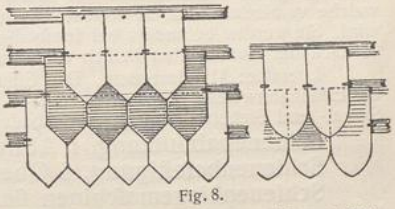


Fig. 8.

Der engliſche Schiefer iſt von blauſchwärzlicher Farbe, während belgiſche und franzöſiſche Schieferarten einen grünlichen oder rotvioletten Ton zeigen, welcher ſich zu Muſterungen eignet und eine ſehr zierliche Dachfläche ergibt.

Literatur: [1] Breymann, Allgem. Baukonſtruktionslehre, Bd. 1, Konſtruktionen in Stein (D. O. Warth), 6. Aufl., Leipzig 1896, S. 346—358. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, Berlin 1893, S. 325—333. — [3] Arbeiten des Dachdeckers, Darmſtadt 1866. — [4] Violet-le-Duc Dictionnaire raisonné de l'architecture française etc., Bd. 1, S. 453, Artikel Ardoise, Paris 1854 bis 1868.

Weinbrenner.

Schieferlatte, zur Einlattung eines Schieferdaches nach engliſcher Deckart verwendbare Latte; der Querſchnitt derſelben iſt trapezförmig vorteilhafter (ſ. die Figur).



Weinbrenner.

Schieferöl, ſ. Mineralöle.

Schiefertafeln, künſtliche, werden aus Pappetafeln mit entſprechend zuſammengeſetzten Anſtrichen hergeſtellt.

Solche Anſtriche ſind z. B. Bereitung einer Kali- und Natronwaſſerglaslöſung, in die zu feinſtem Staub zerriebener Schiefer und Kienruß eingetragen wird, oder Miſchung von Leinölfirnis mit geſchlämmtem Bimsſteinzucker und Kienruß. Dieſer Miſchung wird auch Eiweiß und Blutſerum zugeſetzt.

Kraft.

Schieferton, ſ. Tonſchiefer.

Schiefe Spannungen werden bei ſtabförmigen Trägern, insbeſondere bei Blechträgern (ſ. d.), mitunter diejenigen Spannungen (ſ. d.) genannt, welche nicht auf Flächenelemente parallel oder ſenkrecht der Achſe wirken; vgl. Bd. 1, S. 792; Bd. 4, S. 792, und Spannungstrajektorien.

Weyrauch.

Schiemannsgarn, eine aus zwei oder drei Kabelgarnen gedrehte Leine zum Bekleiden von Tauen.

Schienen, im allgemeinen Holz- oder Metallſtäbe zum Zuſammenhalten nebeneinander liegender Teile (z. B. Beſchläge im Holzverband, auf Schützentafeln u. ſ. w.) oder zur Armierung von Konſtruktionsteilen, um ihre Tragfähigkeit zu erhöhen, oder zur Sicherung eines Bauteils vor Beſchädigung (vgl. Eckſchiene) oder zur Führung beweglicher Teile (ſ. Führung, Führungsſchiene, Richtſchiene ſowie Reißſchiene unter Zeichnen, techniſches). Bei Eiſenbahnen verſteht man darunter gewöhnlich die Fahrſchienen, d. h. die Schienen, welche die Räder der Fahrzeuge führen und tragen; aber auch für andre Zwecke werden Schienen verwendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Eiſenbahnſchienen wurden ſchon aus verſchiedenem Material und in den allerverſchiedenſten Querſchnittformen und Abmeſſungen hergeſtellt, und wir können hiernach folgende Hauptarten unterſcheiden:

1. Nach dem Material: Eiſen-, Stahl- und Stahlkopfſchienen (ſ. Schienenherſtellung).

2. Nach dem Querſchnitt: zwei Hauptformen, Stuhl- oder Doppelkopfſchienen und Breitfußſchienen, und als Abarten letzterer: Wechſelſtegſchienen, Rillenſchienen (für Bahnen, die in Straßen liegen) und Schwellenſchienen (ſ. Oberbau). Bei den Stuhlſchienen ſolche mit gleichem Unter- und Oberkopf (ſymmetriſche Stuhlſchienen) und ſolche mit ſchwächerem Unterkopf. Aeltere, heute nicht mehr gebräuchliche Formen ſind die Flachſchienen, Pilzſchienen, die Brück- oder Brunelſchienen, die Barlowſchienen, die Seatonſche Sattelſchiene, die Z-Schiene von Latrobe, Hartwichſchienen ſowie andre ein-, zwei- und dreiteilige Schienen [1]. Ferner nach Form und Abmeſſung Hauptbahn-, Nebenbahn-, Kleinbahn- und Straßenbahnſchienen.

3. Nach dem Zweck: Leit-, Schutz-, Streich- und Zwangſchienen (ſ. d.) neben den Fahrſchienen, um Entgleiſungen zu vermeiden, gegenüber von Herzſtücken, in Bögen oder auf Brücken (manchmal nur um die Wirkung einer Entgleiſung zu verringern) und auf Wegübergängen (zur Befeſtigung der Spurrinnen); bei Weichen: die Backenſchienen, d. h. die äußeren Fahrſchienen, mit welchen die beweglichen Weichenzungen verbunden ſind; bei Herzſtücken: die Flügel-(oder Horn-)ſchienen; bei Doppelherzſtücken: die Knieſchienen, d. i. die abgebogene Fahrſchiene (ſ. Herzſtück und Gleiskreuzungen) und bei Eingleiſungsvorrichtungen (ſ. Schutzſchienen) die Fang- oder Trichterſchienen. Ferner kommen zur Anwendung Druckſchienen, d. h. bewegliche, unmittelbar vor der Zungenvorrichtung der Weichen und mit dieſer durch Geſtänge verbundene Flacheiſen oder Winkel, welche verhindern, daß die Weiche, während ein Fahrzeug oder ein Zug darüber fährt, umgeſtellt wird. Sie werden beſonders bei fernbedienten, nicht überſehbaren Weichen angewendet [2], [3]. Je nach der Konſtruktion heißen die Druckſchienen auch Sperr-, Hub- oder Fühlſchienen.

Literatur: [1] Haarmann, Das Eiſenbahngleiſe, Leipzig 1891. — [2] Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Wiesbaden 1891. — [3] Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 4. Abſchn., Signal- und Sicherungsanlagen, Wiesbaden 1901, S. 1277.

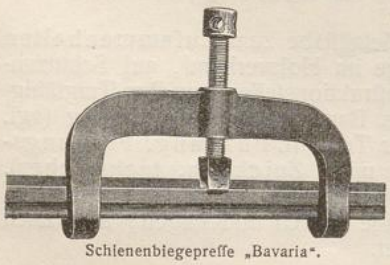
H. Kübler.

Schienenabnutzung, ſ. Abnutzung der Eiſenbahnſchienen.

Schienenbefeſtigung, ſ. Oberbau der Eiſenbahnen.

Schienenbiegemaſchinen ſind erforderlich, um Eiſenbahnſchienen für gekrümmte Strecken nach dem Krümmungshalbmeſſer zu biegen. Nur bei ſehr großen Halbmeſſern und ganz kurzen oder ſchwachen Schienen kann das Biegen unterbleiben, bei letzteren muß dann die Reibung der Schwellen in der Bettung die Schienen in gekrümmter Lage erhalten.

Bei kleinen Krümmungshalbmeſſern wird es zweckmäßig, die Schienen ſchon im Hüttenwerke biegen zu laſſen. Beim Neubau wird das Biegen am beſten auf Lagerplätzen vorgenommen, vor der Verteilung auf die Strecke, bei dieſer muß dann die Reihenfolge genau eingehalten werden. Bei der Gleisunterhaltung und auch zum Teil beim Neubau geſchieht es an der Verwendungsſtelle. Eiſenſchienen wurden früher mittels des Ballhammers durch Streckung der äußeren Seite des Schienenfußes oder mittels „Werfen“ oder „Treten“ (Aufſtellen von Mannſchaft auf die nur an den Enden unterſtützten Schienen) gebogen. Stahlſchienen müſſen unter vollſtändiger Vermeidung von Schlägen oder Stößen vermittelſt Maſchinen gebogen werden, da durch Schläge oder Stöße leicht Haarriſſe entſtehen, die zu Schienenbrüchen Veranlaſſung geben. Die älteſten Schienenbiegemaſchinen ſind die mit drei Walzen, wovon die mittlere verſtellbar iſt. Solche Maſchinen wurden von Etzel [1] und Rogé [2 a] gebaut; ſie arbeiten ſicher, aber langſam und daher teuer, und können wegen ihres Gewichts nur auf Lagerplätzen Verwendung finden. Letzteres trifft auch bei der Köhlerſchen Schienenbiegevorrichtung [1] und der auf demſelben Prinzip beruhenden Thomas-Preßlerſchen Schienenbiegebank [2 b] zu. Bei dieſen werden die umgelegten Schienen in einigem Abſtand von den Enden unterſtützt und die Enden dann mittels Hebeln oder Schraubenſpindeln nach unten gedrückt, wodurch die Schienen eine gebogene Form annehmen; der Schrabetzſche Schienenkrümmer (ſ. Oberbaugeräte, Bd. 6, S. 723, Fig. 10, und [2 d], die Biegemaſchine von Vojacek [2 c] und die Schienenbiegepreſſen von G. Robel & Co. in München können dagegen auch auf freier Strecke angewendet werden. Der Schrabetzſche Schienenkrümmer beſteht aus zwei etwa meterlangen Bügelſtützen, die am einen Ende die Schienenenden faſſen, während ihre andern Enden durch eine Spannkette mit Zugſchraube verbunden werden. Durch eine auf die Zugſchraube wirkende Windevorrichtung wird die Spannkette verkürzt und dadurch die Schienen gebogen. Die Schienen gehen beim Nachlaſſen, wie bei den Vorrichtungen von Köhler und Thomas-Preßler, wieder ſtark zurück und das Verfahren muß deshalb ſo lange wiederholt werden, bis die gewünſchte Biegung erreicht iſt. Alle derart gebogene Schienen ſuchen, im Gleis liegend, noch mehr zurückzugehen, und bei kräftigem Schienenprofil reicht der Widerſtand der Bettung nicht aus, um die Schienen im richtigen Bogen zu erhalten, das Gleis wird daher mit der Zeit ein Polygon. Eine bleibende Biegung erhält man beſſer durch die Dreirollenbiegemaſchine von Vojacek und noch



Schienenbiegepreſſe „Bavaria“.

mehr durch die in neueſter Zeit Verwendung findende Robelſche Schienenbiegepreſſe, deren Handhabung ohne weiteres aus der Figur S. 628 hervorgeht. Die Biegung einer Schiene erfolgt bei ihr ſtückweiſe und geſchieht raſch, ſobald die Arbeiter eingearbeitet ſind.

Literatur: [1] Rölls Encykl. des Eiſenbahnweſens, Schienenbiegevorrichtungen, Bd. 6, Wien 1894. — [2] Organ für Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, a) 1868, S. 156; b) 1880, S. 94; c) 1882, S. 166; d) 1880, S. 228, und e) 1898, S. 225. *Kübler.*

Schienendurchläſſe, f. v. w. offene Durchläſſe (Bd. 3, S. 171).

Schienenherſtellung und Schienenprofile bei Eiſenbahnen. Nach vielen Bemühungen gelang es 1820 John Berkinshaw, gewalzte Schienen aus Schmiedeeiſen von 15′ engl. (4,57 m) Länge und 14 kg Gewicht auf 1 m ſtatt der bis dahin üblichen gußeiſernen, nur 3—4′ langen, herzuſtellen.

Dieſe gewalzten Schienen wurden wie die gußeiſernen mittels gußeiſerner Stühle (daher Stuhlſchienen), in denen ſie mit Holz- oder Eiſenkeilen feſtgehalten wurden, meiſt auf Holzquerſchwellen, aber auch auf Einzelſtützen aus Stein oder Eiſen befeſtigt. Ihr Querſchnitt war pilzförmig, d. h. Kopf und rechteckiger Steg. Letzterer erhielt ſpäter unten auf einer oder beiden Seiten eine Leiſte, um zu verhindern, daß die Schiene ſich aus dem Stuhl hebt. Merkwürdigerweiſe ſuchte man bei den gewalzten Schienen zuerſt die Fiſchbauchform der gußeiſernen Schienen nachzuahmen und bearbeitete den Steg an den Auflagerſtellen, und erſt ſpäter verwendete man die Schiene in der Form, wie ſie die Walze gibt, d. h. mit gleichem Querſchnitt. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit erhielten die Schienen auch unten einen Kopf, Doppelſchienen, und 1838 machte R. Stephenſon bei den Schienen für die London—Birminghambahn (32 kg/m) beide Köpfe gleich (ſymmetriſche Stuhlſchienen), von der Annahme ausgehend, die Schienen könnten nach Abnutzung des oberen Kopfes umgedreht werden. Dies erwies ſich aber wegen der Abnutzung des Unterkopfs an den Lagerſtellen in den Stühlen als undurchführbar. Man kehrte daher zur unſymmetriſchen Form zurück, die heute noch unverändert, aber mit ſtärkeren Abmeſſungen (ſ. Oberbau, Fig. 9—12 und 22) in England ſo gut wie ausſchließlich, in Frankreich vielfach, ſonſt aber wenig gebräuchlich iſt. Im Jahr 1830 erfand in Nordamerika R. L. Stevens die Breitfußſchienen, die von Vignoles in Europa eingeführt und daher früher Vignoles-Schienen genannt wurden. Sie ſind mit Ausnahme der oben angeführten Länder, in welchen Stuhlſchienen üblich ſind, allgemein gebräuchlich. Die erſten Breitfußſchienen wogen nur etwa 20 kg/m, während die heutigen Schienen für Hauptbahnen (ſ. Oberbau, Fig. 1—5) 40—50 kg/m (belgiſche Goliathſchienen ſogar 52 kg/m) wiegen. Auch bei ihnen iſt die urſprüngliche Form des Profils im allgemeinen beibehalten; die Abmeſſungen, insbeſondere die Höhe und Fußbreite, wurden aber vergrößert und die Laſchenanſchlußflächen an Kopf und Steg möglichſt groß und eben gemacht. Die Breitfußſchienen werden beinahe ausſchließlich auf Querſchwellen gelegt, doch fehlt es nicht an Verſuchen, ſchwache Schienen auf Langſchwellen zu legen, ſo daß die Tragfähigkeit von Schienen und Schwellen zuſammenwirkt. Der Erfolg iſt bis jetzt nicht befriedigend (ſ. Oberbau, Bd. 6, S. 716). Außer dieſen heute gebräuchlichen zwei Hauptformen ſind noch eine Reihe von andern Schienenformen aufgetaucht, aber ſtets mehr oder weniger raſch wieder verſchwunden. In Amerika haben anfangs Flachſchienen auf hölzernen Langſchwellen wegen ihrer Billigkeit Anklang gefunden; ſie wurden bei leichten Betrieben auch lange beibehalten. Im Jahr 1835 erfand Strickland die Brück- oder Brunel-Schiene (nach dem Ingenieur Brunel, der ſie 1836 bei der Great-Weſternbahn einführte). Dieſe hatte hutförmigen Querſchnitt und wurde meiſt auf Langſchwellen verlegt. Barlow erfand 1849 die Barlow-Schiene, eine Sattelſchiene, die ohne Schwelle verlegt wurde, und 1856 Seaton eine Sattelſchiene, die auf einer dreikantigen Holzlangſchwelle ruhte. Auch zwei- und mehrteilige Schienenformen, bei denen der der raſchen Abnutzung unterliegende Kopfteil ſollte erneuert werden können, ſind aufgetaucht, beſonders in Nordamerika; ſie hatten aber keinen Erfolg. Erſt die zweiteilige Haarmannſche Schwellenſchiene (ſ. Oberbau, Fig. 50) gewann einige Bedeutung. Die Zweiteilung geſchah hier aber, damit die Schienenhälften am Stoß übereinander greifen.

Zur Herſtellung der Schienen wurde bis in die ſiebziger Jahre beinahe ausſchließlich Schweißeiſen verwendet und nur vereinzelt Stahl. Die im Puddelprozeß gewonnenen Schweißeiſenſtücke reichten für eine Schiene nicht aus; ſie wurden daher ausgewalzt und „paketiert“, d. h. die Stücke wurden (mit beſonders großer Kopfplatte) zuſammengelegt, mit Draht zuſammengebunden, im Schweißofen zur Weißglut erwärmt und dann ausgewalzt. Hierbei entſtehen oft undichte Schweißnähte, die dann bei Benutzung der Schienen Veranlaſſung zum Abblättern von Streifen im Schienenkopf geben. Die Länge der ſchweißeiſernen Schienen betrug kaum über 6—6,5 m. Um ihre Oberfläche härter und damit widerſtandsfähiger zu machen, ſuchte man ſie auch zu verſtählen, indem man ſie in Kohlenpulver glühte (zementierte Schienen), aber ohne rechten Erfolg. Eine vollſtändige Umwälzung erfuhr die Schienenherſtellung durch die Erfindung des Beſſemerverfahrens und ſpäter des Thomasverfahrens. Durch dieſe wurde es möglich, ohne zu hohe Koſten die Schienen aus Stahl und aus einem Flußſtahlblock ohne jede Schweißfuge in großen Längen zu walzen (bis 40 m und mehr), die dann in mehrere Stücke zerſchnitten werden. Weiteres über die Herſtellung ſ. Oberbau, Flußeiſen und Walzen.

Literatur: Haarmann, Das Eiſenbahngleis, Leipzig 1891; Derſ., Das Eiſenbahngleis, kritiſcher Teil, Leipzig 1902; Heuſinger von Waldegg, Handb. der ſpez. Eiſenbahntechnik, Leipzig 1877, Bd. 1, 3. Aufl.; Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden 1908, Bd. 2, 2. Abſchn., 2. Aufl.; Handbuch der Ing.-Wiſſ., Leipzig 1908, 5. Teil, Bd. 2, 2. Aufl. *H. Kübler.*

Schienenkontakte, ſ. Fahrgeſchwindigkeit der Eiſenbahnzüge, Meſſung derſelben und Radtaſter.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schienenkreuzung, f. Herzſtück (Bd. 5, S. 52).

Schienenprofile, f. Oberbau und Schienenherſtellung.

Schienenſtoß, -ſtuhl, f. Oberbau der Eiſenbahnen.

Schiertuch, in Weſtfalen Bezeichnung für leichteres Segeltuch.

Schießbaumwolle, f. Pyroxyline, Sprengſtoffe.

Schießbedarf, f. Munition, Gewehr, Jagdgewehr, Geſchütze u. ſ. w.

Schießhaus (Schützenhaus) dient zu den Uebungen im Schießen auf Scheiben, feſte oder bewegliche Ziele.

Es bedarf eines Schießplans von einigen hundert Metern Länge; hinter dieſem zieht ſich der Schießgraben hin, über dem die Scheibenſtände unmittelbar vor dem Kugelfange aufgeſtellt ſind. Um der Gefahr, daß abgeſchoſſene Kugeln über die Grenzen des Schießfeldes hinausfliegen, vorzubeugen, werden an den Seiten desſelben breite und hohe, kuliſſenartige Wände aus ſtarken Dielen erſtellt, ebenſo am Schießſtande ſelbſt eine Querwand, die ein Aufwärtsfliegen der Kugeln über den Kugelfang hinaus verhüten ſoll. — Das Gebäude ſelbſt enthält eine helle und geräumige Schießhalle mit angrenzenden Wirtſchaftsräumen und Wohnung des Wirtes oder Hauswarts. Offene Hallen und Bauten mit ausladenden Dächern werden den äußeren Aufbau freundlich geſtalten.

Weinbrenner.

Schießpulver, ſ. Geſchoßtreibmittel, Munition.

Schießwolle, ſ. Pyroxyline, Sprengſtoffe.

Schiffahrt heißt der Güter- und Perſonentransport zu Waſſer.

Das Fahrzeug iſt dabei das Schiff, der Kahn (ſ. d.) oder das Boot (ſ. d.); die Fahrbahn das ſtehende oder fließende Gewäſſer von hinreichender Tiefe [1]. Die Waſſerſtraße iſt entweder eine natürliche oder künſtliche. Zu den erſteren gehören die ſchiffbaren Flüſſe und Ströme, zu den künſtlichen die Schiffahrtskanäle (ſ. d.) [2]. Zu unterſcheiden ſind die Seeſchiffahrt (ſ. d.) mit der Küſtenſchiffahrt (Cabotage) und die Binnenſchiffahrt, letztere auf den Waſſerſtraßen und in den kleineren Seen des Feſtlandes. — Die Geſamtlänge der ſchiffbaren Strecken betrug im Gebiete des Deutſchen Reiches nach der letzten (1903) amtlichen Statiſtik 13793 km. Die Fahrwaſſertiefe ſchwankte zwiſchen 1 und 5 m. Die Herſtellung und der Ausbau von Waſſerſtraßen iſt in Deutſchland durch die Landesgeſetzgebung geregelt, für Preußen durch das Geſetz vom 1. April 1905, unbeſchadet der durch Art. 4, Abſ. 8 und 9 der Reichsverfaſſung ſtipulierten Aufſicht durch das Reich [3].

Beim Binnenwaſſerverkehr gehört zu den primitivſten, einſeitigen, nur talabwärts gehenden Transporten 1. das Triften (ſ. d.); 2. das Flößen oder die Flößerei (ſ. d.); 3. die Verfrachtung in einfachen Zillen (Pletten), die nicht zurückgeführt werden; 4. die Schiffahrt auf Schwellungen (intermittierende Schiffahrt), ſ. Kanaliſierung der Flüſſe. Bei letzterer werden die geringen Waſſermengen kleiner Flüſſe durch Stauanlagen angeſammelt, ſo daß die beladenen Fahrzeuge darauf ſchwimmen. An beſtimmten Tagen, den ſogenannten Zapfeltagen, wird dann die ſchiffbare Schleuſe geöffnet, und auf dem nun raſch abfließenden Waſſerſchwall ſchwimmen die Schiffsgefäße abwärts. In gewiſſen Entfernungen wiederholen ſich ſolche Stauanlagen zur neuerlichen Waſſeranſammlung behufs Konzentrierung der im Laufe ſich wieder verflachenden Waſſerwelle. Zur Ueberſetzung einer Waſſerfläche, die Stelle einer Brücke vertretend, dienen 5. die Fähren (ſ. d.) und Trajektanſtalten (ſ. d.). Bei der vollkommenen Schiffahrt findet der Verkehr nach beiden Seiten ſtatt. Hierher gehören 6. die Flußſchiffahrt (ſ. d.) entweder auf freien, an ſich ſchiffbaren oder kanaliſierten Flußſtrecken und 7. die Kanalſchiffahrt (ſ. d.). — Die außerordentliche volkswirtſchaftliche Wichtigkeit der Binnenſchiffahrt wird jetzt allgemein anerkannt. Der Verkehr zu Waſſer iſt zwar relativ langſam und nicht ſelten während Froſtperioden und Zeiten abnorm niedrigen Waſſerſtandes unterbrochen, trotzdem aber relativ billig. Der Eiſenbahnverkehr (ſ. d.) iſt demgegenüber abſolut ſchneller, kann kontinuierlich aufrechterhalten werden, iſt im Betrieb aber weſentlich teurer. Die Geſamtlänge der Haupt- und Nebenbahnen des Deutſchen Reiches betrug am 1. Januar 1908 ca. 58000 km, die Länge der Kleinbahnen ca. 9000 km; die Geſamtlänge der preußiſchen Haupt- und Nebenbahnen betrug 1906 33552 km. Der geſamte Güterverkehr auf deutſchen Eiſenbahnen, unter Ausſchluß der Kleinbahnen, umfaßte 1907 359152174 t [4]. Der geſamte Güterverkehr der Kleinbahnen betrug 1905 ca. 15000000 t. Aus einem Vergleich dieſer Ziffern mit den für die Binnenſchiffahrt gegebenen folgt, daß der Waſſer- und der Schienenweg nicht als einander ſchädigende Konkurrenten gelten können, ſondern daß ſie ſich je nach der Art der Transportgüter in die zu leiſtende Arbeit zu teilen und ſo einander zu ergänzen haben. In der Hauptſache wird den Eiſenbahnen außer dem Perſonentransport der Verkehr in hochwertigen Gütern zufallen ſowie in ſolchen, deren Transport zeitlich unter allen Umſtänden ſichergeſtellt ſein muß, während die Bewegung relativ geringwertiger Maſſengüter die Spezialaufgabe der Binnenſchiffahrt darſtellt, ohne jedoch als ausſchließliches Vorrecht des Schiffahrtbetriebes angeſehen werden zu können. — Eine überſichtliche bildliche Darſtellung ergibt ſich aus Landkarten, in denen man an die Waſſerwege Streifen zeichnet, deren Breite der Verkehrsdichte oder dem kilometriſchen Verkehr, d. i. der Anzahl der Tonnen der Güterbewegung, die durchſchnittlich auf 1 km entfallen, proportional iſt [5]—[7].

Literatur: [1] Franzius, L., Der Waſſerbau. — [2] Die Schiffahrt der deutſchen Ströme, Unterſuchungen über deren Abgabeweſen, Regulierungskoſten und Verkekrsverhältniſſe, Bd. 1—3; Peters, Max, Schiffahrtsabgaben, Bd. 1—3, 1906/08; Schriften des Vereins für Sozialpolitik, Bd. 100—102, 115, 116, Leipzig 1903/08; Verhandlungen des Vereins für Sozialpolitik über die finanzielle Behandlung der deutſchen Binnenwaſſerſtraßen, Mannheim 1906. — [3] Statiſtiſches

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Handbuch für das Deutsche Reich, 1907, Bd. 1, S. 325. — [4] Archiv für Eisenbahnwesen, herausgegeben im Kgl. Preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten, 1908, Heft 5, S. 1163 ff. — [5] Sympher, Der Verkehr auf deutschen Wasserstraßen, Berlin 1891; Derselbe, Die wirtschaftliche Bedeutung des Rhein-Elbekanals, Berlin 1899. — [6] Zeitschr. für Bauwesen 1880, Tafel 55. — [7] Kurs, Viktor, Tabellen und Karten über die flößbaren und schiffbaren Wasserstraßen, Berlin 1895; Halle, E. v., Die Weltwirtschaft, 1907; Wolff, Verkehrswesen der Eisenbahnen; Stuckmann, P., Die Binnenschiffahrt. — [8] Cords, Th. M., Die Bedeutung der Binnenschiffahrt für die deutsche Seeschiffahrt (1890—1903), Volkswirtschaftl. Studien, Stück 81, München 1906. *Mollwo.*

Schiffahrtsabgaben, s. Kanalschiffahrt (Bd. 5, S. 365).

Schiffahrtskanäle, künstliche, teils in das Terrain eingeschnittene, teils auf Dämmen geführte Wasserwege ohne Gefälle, die dem Schiffsverkehr dienen und von natürlichen Wasserstraßen abzweigen oder verschiedene durch Wasserscheiden getrennte schiffbare Wasserläufe miteinander verbinden.

Die ersten Schiffahrtskanäle des Binnenlandes sind aus Kanälen hervorgegangen, die im Flachlande für Zwecke der Entwässerung und Bewässerung angelegt worden waren, und können zu den ältesten, der Schiffahrt dienenden Kanälen, die schon im 13. Jahrhundert schiffbar gemachten Entwässerungskanäle in Holland, dann die ursprünglich der Bewässerung allein dienenden Kanäle Oberitaliens gerechnet werden. Unter den letzteren war der für die Schiffahrt bedeutendste der Naviglio grande, der den Tessin mit Mailand verbindet. In Deutschland kann der Stegnitzkanal, der Lübeck und Lauenburg, also die Ostsee mit der Elbe verbindet und 1390 gebaut wurde, als der erste Schiffahrtskanal bezeichnet werden. Der älteste französische Kanal ist der 1642 erbaute Kanal von Briare, der die Loire mit der Seine verbindet. Der Schiffahrt allein dienende Kanäle mit horizontalem Wasserspiegel kamen erst mit der Erfindung der Kammerschleuse (s. d.) zur Ausführung, nachdem mit den letzteren *m, n, o* ... in Fig. 1 die Möglichkeit gegeben war, größere Höhen zu überwinden und die einzelnen verschieden hoch liegenden Haltungen (s. d.) *a, b, c* ... in eine schiffbare Verbindung zueinander zu bringen.

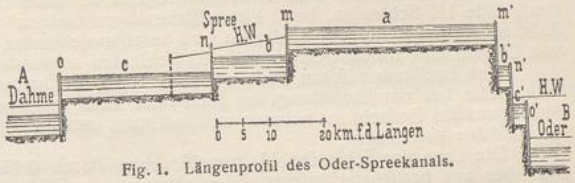


Fig. 1. Längenprofil des Oder-Spreekanals.

Nach dem Zwecke kann man unterscheiden: 1. Seeschiffahrtskanäle; 2. Binnenschiffahrtskanäle oder kurz Binnenkanäle [1], die auch zur Flößerei benutzbar sind; 3. Kanäle, die außer der Schiffahrt noch einer andern Haupt- oder Nebenaufgabe dienen: Moorkanäle, Bewässerungskanäle, Zubringer u. s. w. Bezüglich der Terrainbeschaffenheit und der besonderen Lage unterscheidet man: 1. Kanäle in ganz ebener Gegend; 2. Seiten- oder Lateralkanäle, die in der Talsohle neben einem meist nicht schiffbaren Flusse führen; 3. Umgehungskanäle, das sind kurze Seitenkanäle zur Umgehung eines Schiffahrtshindernisses, z. B. einer Stromschnelle; 4. Scheitelkanäle; diese führen von einem Flußgebiete *A* zu einem andern *B* (Fig. 1), die Wasserscheide zwischen beiden mit einer höchstgelegenen Haltung, der sogenannten Scheitelhaltung *a*, überfetzend; die an jeder Seite der letzteren, also an jeder Bergseite sich anschließenden, mit mehr oder minder vielen Schleusen versehenen Kanalteile *b, c* ... sowie *b′ c′* ... heißen auch Schleusentreppen. Die Scheitelkanäle ermöglichen erst die Ausbreitung eines zusammenhängenden Wasserstraßennetzes über ganze Länder, ungeachtet der verschiedenen Höhenverhältnisse; die ersten derselben kamen in Frankreich zur Ausführung, so der Scheitelkanal Briare und der Kanal du Midi 1662—1684 von der Garonne (Toulouse) zum Mittelmeer [2].

Die Binnenschiffahrtskanäle pflegt man je nach ihrer Größe noch in drei Klassen einzuteilen: In die erste Klasse gehören die mit dem größten Wasserquerschnitte, für die größeren Flußschiffe schon benutzbar; in die zweite Klasse die mittelgroßen, für den durchgehenden Verkehr von einem Flusse zum andern tauglich; in die dritte Klasse die sogenannten Zweig-, Stich-, Neben- oder Sackkanäle, die nur dem Lokalverkehr dienen, und solche heißen in den Niederlanden insbesondere Grachten, in Hamburg Fleete. — Ein von Heubach [3] vorgeschlagenes Kanalsystem sei hier noch erwähnt. Dieses besitzt eine Aehnlichkeit mit der Schiffahrtseinrichtung auf Schwellung (s. Schiffahrt). Dabei würden nämlich die sonst üblichen Kammerschleusen gänzlich vermieden und die einzelnen Staustufen oder Haltungen nur durch schiffbare Stauschleusen oder Stautore getrennt. Sobald der Schleppzug, wofür dieses System namentlich vorteilhaft wäre, ein Stautor bei ausgeglichenem Wasserstande passiert hätte, würde dieses sofort geschlossen und das nächst vorangehende Stautor sogleich geöffnet werden. Dadurch entstände eine mäßige Strömung und ein Ausgleich mit der nächsten Haltung, während dessen der Schleppzug bei steigendem Wasserspiegel ununterbrochen weiter in die nächste und so auch in die noch folgenden Haltungen fährt. Der Zeitverlust, der bei gewöhnlichen Kanälen an den Kammerschleusen für Schleppzüge in erhöhtem Maße eintritt, könnte bei dem bemerkten neuen Kanalsystem entfallen; nur dürften bei diesem die Staustufen der Strömung wegen nicht hoch und auch nicht zu kurz sein. Ein Nachteil dieses Systems wäre der große Wasserverbrauch.

Der Bau der Schiffahrtskanäle ist überall dort am Platze, wo Massengüter, Natur- und Bodenprodukte, z. B. Kohle, Erze, Getreide, auf eine größere Distanz verfrachtet werden sollen, weil in diesem Falle die künstlichen Wasserstraßen die Massentransporte schon zu wesentlich niedrigeren Frachtsätzen als die Eisenbahnen zu befördern in der Lage sind. In der Verbilligung der Warentransporte liegt eben der große wirtschaftliche Wert der Wasserstraßen. Bei der Projektierung und Ausführung der Schiffahrtskanäle kommen in Betracht: die Trassierung, das Längenprofil,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Querprofil, die Erdarbeiten und Kunſtbauten, die Dichtung und Uferbefeſtigung, die Schleuſungszeit, der Waſſerverbrauch, die Anlagen zur Speiſung, Entlaſtungsanlagen, Sicherheitstore, die Kanalhäfen und -mündungen, ſchließlich die Bau- und Unterhaltungskoſten.

I. Die Traſſierung des Kanals auf einem Talboden von geringem Gefälle iſt in der Regel ſehr einfach. Die Linie iſt dann in der Talrichtung nur ſo zu führen, daß der Kanal möglichſt im Gelände zu liegen kommt, günſtige Kreuzungen mit Verkehrswegen und Waſſerläufen erzielt werden und keine Schwierigkeiten mit beſtehenden Bauobjekten entſtehen. Für die Wahl der Kanaltraſſe iſt im Flachlande auch die Kenntnis der Grundwaſſerverhältniſſe wichtig. Gegen das Hochwaſſer der Flüſſe iſt der Kanalkörper entweder durch die Lage der Nivellette oder durch Hochwaſſerdämme vollkommen zu ſchützen. Für die Scheitelſtrecke wie auch für den Auf- und Abſtieg von derſelben iſt das für einen Kanal günſtigſte Terrain aufzuſuchen, das die geringſten Bauſchwierigkeiten und gute geologiſche Verhältniſſe erwarten läßt. Kanaltunnels (ſ. d.) ſind tunlichſt zu vermeiden. Die Scheitelhaltung der Kanäle iſt ſtets ſo zu wählen, daß die Waſſerverſorgung des Kanals aus dem Hauptſpeiſegraben (ſ. d.) unmittelbar erfolgen kann. Auf die Zahl der Kammerſchleuſen (ſ. d.) und der damit in Verbindung ſtehenden Länge der Haltungen iſt beſonders Rückſicht zu nehmen und iſt das Gefälle der Schleuſen unter Bedachtnahme auf die Waſſerverſorgung ſo zu wählen, daß die einzelnen Haltungen möglichſt lang werden, weil zu kurze Haltungen eine ſtete Quelle großer Behinderungen und Erſchwerniſſe (Waſſerſpiegelſchwankungen, Zeitverluſt u. ſ. w.) bei ſtarkem Verkehr bilden. So ſind beim Rhein-Marnekanal bei einer Länge von 314 km und 463 m Geſamtgefälle 177 Schleuſen, beim Rhein-Weſer-Hannoverkanal bei einer Länge von 311 km und 39,55 m Gefamtgefälle acht Schleuſen und beim projektierten Donau-Oderkanal bei einer Länge von 280 km und 187 m Gefamtgefälle 29 Schleuſen angeordnet.

Aus bauökonomiſchen Rückſichten iſt unter Feſthaltung möglichſt günſtiger Richtungsverhältniſſe bei der Ermittlung der Kanallinie auch auf den Ausgleich der Einſchnitts- und Auftragsmaſſen Bedacht zu nehmen und ſoll man, wo dies tunlich erſcheint, mit der Traſſe in der Talſohle verbleiben.

Die Lage der Schleuſen iſt zumeiſt ſchon durch örtliche Verhältniſſe gegeben. Immer ſoll aber aus betriebstechniſchen Rückſichten an die Schleuſen beiderſeits eine gerade Kanalſtrecke von etwa 150 m Länge anſchließen. Zwiſchen den Geraden einer Kanallinie werden Verbindungskurven, in der Regel Kreisbögen eingeſchaltet. Der Radius derſelben ſoll bei Schiffslängen von 34,5 m, wie auf den franzöſiſchen Kanälen, nicht unter 100 m angenommen werden; bei den neueren deutſchen Kanälen, auf welchen Normalboote von 67 m Länge verkehren, iſt als kleinſter Radius 600 m vorgeſchrieben.

II. Im Längenprofil des Schiffahrtskanals (Fig. 1) kommen die Höhenlagen, Gefälle und die Längen der Haltungen *a, b, c* ... ſowie die Lage der Schleuſen *m, n, o* ... zum Ausdruck. Kurze Haltungen werden ganz horizontal angelegt; die längeren können eine mäßige Neigung talabwärts erhalten, um die Speiſung und Entleerung der unteren Strecken durch ſanften kontinuierlichen Zufluß von oben zu bewirken; hierfür kommen Gefälle von 0,003 bis 0,08‰ ausgeführt vor. Die Höhenſtufen oder Schleuſengefälle trachtet man, wie früher erwähnt, möglichſt groß zu wählen, um ſo die Verkehrsunterbrechungen und Zeitverluſte, die an denſelben entſtehen, auf das kleinſte Maß zu verringern. Das größte an Schiffahrtskanälen bisher ausgeführte Schleuſengefälle beträgt rund 10 m, ſo an der Schleuſe La Villette am Kanal St. Denis 9,92 m; es wird jedoch dieſes Gefälle bereits als zu groß bezeichnet, und es iſt angezeigt, bei Schleuſen kein größeres Gefälle als höchſtens 8 m anzuwenden.

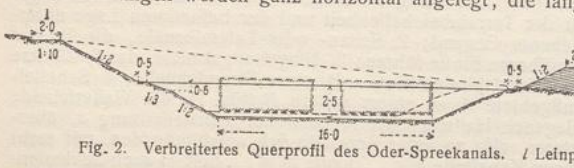


Fig. 2. Verbreitertes Querprofil des Oder-Spreekanals. *l* Leinpfad

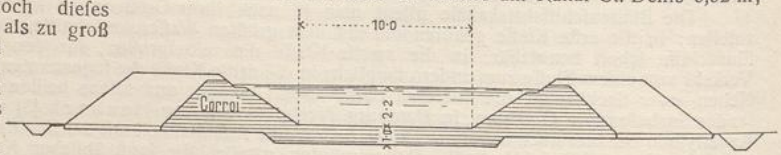


Fig. 3.

III. a) Der Querſchnitt der Schiffahrtskanäle ſoll zweckmäßig und billig herzuſtellen ſein. Ueblich iſt es meiſt, ihn in beſtimmter, regelmäßiger Form wie in Fig. 2 zu geſtalten. Für die Sohlenbreite iſt die Größe der auf dem Kanal verkehrenden Boote, dann der Umſtand, ob der Kanal ein- oder mehrſchiffig iſt, maßgebend. Bei den franzöſiſchen zweiſchiffigen Kanälen, auf welchen Boote von 38,5 m Länge, 5 m Breite, 1,8 m Tiefgang und 300—400 t Tragfähigkeit verkehren, hat das Kanalprofil (Fig. 3 und 4) 10 m Sohlenbreite und 1½ füßige Seitenwände. Die neueren deutſchen Kanäle, auf welchen Boote von 67 m Länge, 8,2 m Breite, 1,8 m Tiefgang und 600—700 t Tragfähigkeit verkehren, haben dagegen, wie in Fig. 5 (Querprofil des Dortmund-Emskanals) dargeſtellt erſcheint, bei 2½ m Waſſertiefe 16—18 m Sohlenbreite.

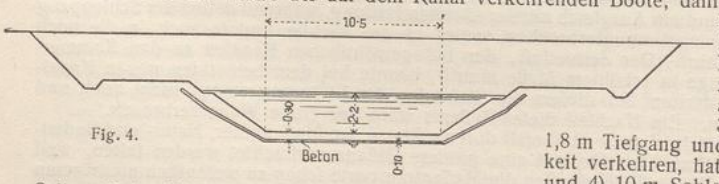


Fig. 4.

Der westliche Teil des geplanten Mittellandkanals, der Berlin-Stettinkanal und die in Aussicht genommenen österreichischen Kanäle werden bereits eine Wassertiefe von 3 m erhalten. Diese letztgenannten Kanäle sollen eine mehr schalenförmige Querschnittsform [5] besitzen, da auf Grund der am Oder-Spree-kanal und am Dortmund-Emskanal gemachten Erfahrungen und der weiter von Engels in Dresden durchgeführten Versuche die horizontale Kanalsohle eine Vertiefung in der Mitte erleidet, während an den Seiten allmählich Erhöhungen durch loses Material stattfinden. Die Fig. 6 und 7 zeigen die an Seekanälen üblichen Querschnittsformen.

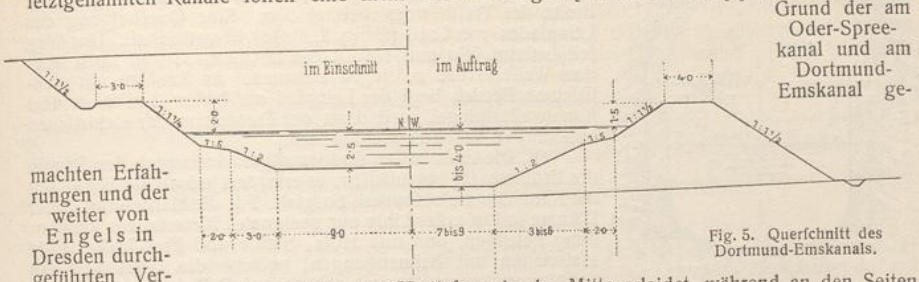


Fig. 5. Querschnitt des Dortmund-Emskanals.

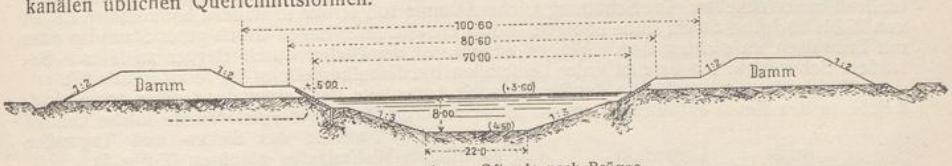


Fig. 6. Seekanal von Ostende nach Brügge.

Bei der Wahl der Wassertiefen für die Kanäle ist auch noch in Rücksicht zu ziehen, daß der normale Wasserstand im Kanal oft örtlichen Senkungen und Hebungen unterworfen ist, die eine Folge der Tätigkeit der Schleusen, des oft ungenügenden Zuflusses des Speisewassers, weiter des Windes oder der raschen Fortbewegung der Schiffe ist. Zur Verringerung des Schiffswiderstandes bezw. zur Erleichterung des Schiffszuges (s. Kanalschiffahrt) ist es wünschenswert, daß das Verhältnis n der Fläche des eingetauchten Schiffsquerschnitts zur benetzten Fläche des Kanalquerschnitts nicht kleiner als 4 werde. Für Hauptkanäle mit großem Verkehr wird sogar $n = 5$, für Seekanäle $n = 6$ empfohlen [4]. Eine Vergrößerung der Wassertiefe über das normale Maß findet statt in Scheitelstrecken, die zur Aufspeicherung von Wasser dienen, dann in Dammstrecken, um Schüttungsmaterial zu ersparen.

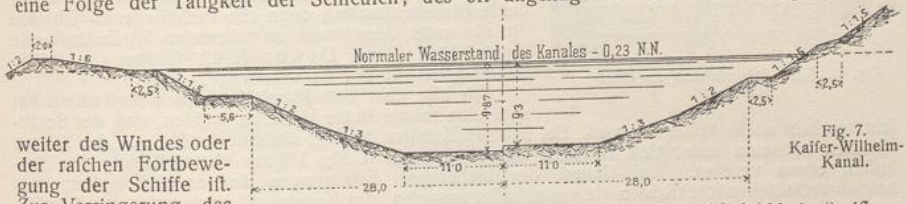


Fig. 7. Kaiser-Wilhelm-Kanal.

b) In Krümmungen ist eine Erbreiterung des für gerade Strecken normierten Querprofils nötig, und zwar im allgemeinen um das Doppelte der Pfeilhöhe eines Bogens der Kanalachse, wozu die Sehne gleich der größten Schiffslänge ist. Zu den Bezeichnungen der Fig. 8, wo b und l Schiffsbreite und -länge sind, erhält man für die Kanalbreite B' in der Tiefe des Schiffsbodens aus den rechtwinkligen Dreiecken $O12$ und $O34$

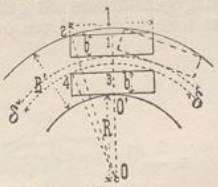


Fig. 8.

den Ausdruck $B' = \sqrt{\left[b + \delta + \sqrt{(R + b)^2 + \frac{l^2}{4}}\right]^2 + \frac{l^2}{4}} - R$, und die Erbreiterung Δ ist $= B' - 2b - \delta$. Bei Kanalbauten, z. B. an Hafeneinfahrten, kann der Krümmungsmittelpunkt O bis an das Schiff, nach O' rücken, wobei dann in die Formel $R = 0$ zu setzen ist. In Frankreich gilt hierfür die empirische Formel $B' = 10 + \frac{380}{R}$. Sonstige Verbreiterungen des Kanals kommen vor: behufs allfällig notwendiger größerer Materialgewinnung, wegen zu lockeren Bodens, wegen Gewinnung größerer Kanalspiegelfläche in kurzen Haltungen, insbesondere durch Einbeziehung von Terrainmulden oder Seitengräben, behufs Herstellung von Vorhäfen und Warteplätzen an Schleusen und von Kanalhäfen und Schiffswendeplätzen.

c) Verengungen des normalen Querprofils auf die Durchfahrtsweite für nur ein Schiff finden an besonders schwierigen und kostspieligen Baustellen, wie in tiefen Einschnitten und Tunnels (Fig. 9), dann bei Kunstbauten, wie auf Aquädukten (Brückenkanälen) und unter Ueberbrückungen statt, doch wird bei neueren Kanälen auch an solchen Stellen das Kanalprofil unverändert durchgeführt.

d) Für das Fortschreiten der Zugkraft (s. Kanalschiffahrt) auf dem Kanalufer ist der Leinpfad, Treidel- oder Treppelweg l (Fig. 2) nötig; bei kleineren älteren Kanälen ist dieser in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

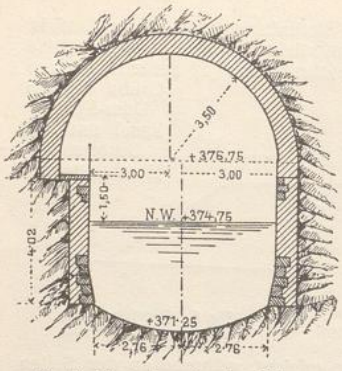


Fig. 9. Tunnel am Kanal zwiſchen Montbéliard und der Saône.

der Regel nur an einem Ufer angebracht, bei neueren, größeren, mit lebhaftem Verkehr aber auf beiden Seiten. Gewöhnlich erhalten die Leinpfade eine Breite von 3—4 m, die geringſte Breite des Treidelwegs beträgt 2 m. Eine Querneigung des Leinpfades von 1:10 (ſ. Fig. 2, links) iſt vorteilhaft. Der Weg ſoll befteint ſein und etwa 1 bis höchſtens $3\frac{1}{2}$ m hoch über dem Waſſerniveau zu liegen kommen. An Kanälen mit elektriſchem Betrieb liegt der Leinpfad am beſten 3 m über dem Kanalwaſſerſpiegel, weil dann der Treidelarm der elektriſchen Lokomotive verkürzt werden kann.

IV. Die Erdarbeiten ſind im allgemeinen nach den Regeln des Erdbaues [6] herzuſtellen; es erfordert jedoch die Schüttung der Kanaldämme beſondere Sorgfalt. Für die Herſtellung dieſer Dämme ſoll in erſter Linie nur geeignetes Material zur Verwendung gelangen, und ſind Holz, Steine und Froſtſtücke ſowie Materialien mit Beimengungen, welche die Gleichheit des Schüttungskörpers beeinträchtigen, bei Zutritt von Waſſer ſich aufblähen (z. B. Mergel) und dadurch leicht Anlaß zu Rutſchungen geben, von der Verwendung für Kanaldämme tunlichſt auszuſchließen. Die Schüttung ſolcher Dämme ſoll ferner in nahezu horizontalen Lagen von 25 bis höchſtens 50 cm Höhe erfolgen, wobei die einzelnen Lagen durch gutes Stampfen oder mit Erdwalzen zu dichten ſind. Wo es angeht, iſt der Boden durch Bagger zu löſen. Beſondere Schwierigkeiten bereitet unter Umſtänden die Kanalherſtellung im Moorgrunde [7].

In Einſchnitten werden in der Regel an der Außenſeite des Leinpfades Gräben angeordnet, welche in den Kanal entwäſſern; ebenſo ſollen auch am Fuße der Kanaldämme ſolche Gräben angelegt werden, welche das Sicker- und Tagwaſſer den natürlichen Waſſerläufen zuführen (ſ. Fig. 5).

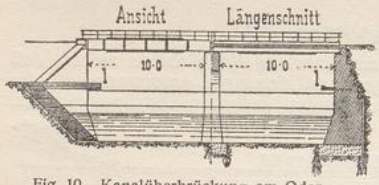


Fig. 10. Kanalüberbrückung am Oder-Spreekanal.

Zu den hauptſächlichſten Kunſtbauten zählen die Kammerſchleuſen und Schiffshebewerke (ſ. d.), die Brücken über den Kanal für Straßen, Wege und Eiſenbahnen, die für Talüberſetzungen erforderlichen Aquädukte (Brückenkanäle), dann die verſchiedenen Objekte für die unter dem Kanal zu führenden Waſſerläufe wie Durchläſſe und Düker (ſ. d.) (Siphon) und die Unterfahrten für die Verkehrswege.

Für alle über den Kanal führenden Brücken hat man eine ſolche lichte Höhe zu wählen, daß der Schiffahrtsverkehr nicht behindert wird. Bei neueren Kanälen beträgt dieſelbe 4—$4\frac{1}{2}$ m. An älteren Kanälen hat man unter den Brücken das Kanalprofil (ſ. Fig. 10) zur Verminderung der Baukoſten etwas verengt. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen hat es ſich jedoch aus betriebstechniſchen Rückſichten als vorteilhafter erwieſen, das Kanalprofil auch unter den Brücken möglichſt unverändert durchzuführen; ferner ſollen auch Mittelpfeiler bei Ueberbrückungen vermieden werden, ſo daß für die Kanalſchiffahrt das Kanalprofil ungeſchmälert zur Verfügung ſteht (ſ. Fig. 11). Dreh- und Hubbrücken finden in offenen Kanalſtrecken nur ſelten Anwendung, dagegen iſt man oft gezwungen, bei Hafenanlagen oder in verbauten Gebieten derartige Brücken mit Rückſicht auf die örtlichen Verhältniſſe auszuführen [10].

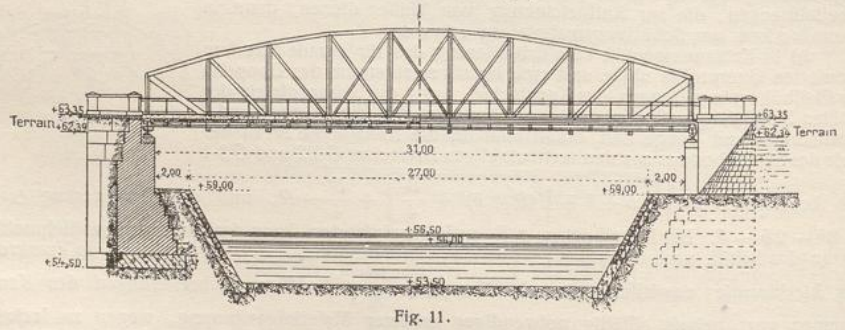


Fig. 11.

Aquädukte werden ſowohl mit ſteinernem [8] wie eiſernem Ueberbau ausgeführt und wird für beide Bauweiſen die rechteckige Querſchnittsform gewählt. So haben die franzöſiſchen einſchiffigen Aquädukte am Marne-Saônekanal 6,7 m Breite und 2,2 m Tiefe, die zweiſchiffigen Aquädukte am Dortmund-Emskanal 18 m Breite und 2,5 m Tiefe. Bei den größeren Brückenkanälen am Donau-Oderkanal werden zwei eiſerne und nebeneinander liegende Tröge von je 10 m Breite zur Ausführung gelangen, bei den Brückenkanälen am Rhein-Weſer-Hannoverkanal iſt bereits eine Breite von 24 m in Ausſicht genommen.

Düker (Fig. 12) kommen überall dort in Anwendung, wo der Kanal im Gelände eingeſchnitten iſt und die Kanalſohle ſo tief unter der Sohle des den Kanal kreuzenden Waſſerlaufs liegt, daß ein Durchlaß (ſ. Fig. 13) nicht mehr möglich iſt. Die maximale Geſchwindigkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

foll im Düker 2 m pro Sekunde und der größte Stau vor dem Düker 0,30—0,45 m nicht überfteigen. Letzterer ift ohne Rückfichtnahme auf die Gefchwindigkeit des ankommenden und abfließenden Waffers $h = \frac{2\,v^2}{2\,g}$ + Rohrwiderftandshöhe zu rechnen, wobei h die Höhe des Aufftaues und v die maximale Gefchwindigkeit im Düker ift [8]. Für die Querfchnitte der Durchläffe und Düker werden verfchiedene Formen gewählt, und zwar für kleinere Objekte aus Beton



Fig. 12.

oder Eifen die Kreisform, für kleinere gemauerte Durchläffe auch oft die rechteckige Form mit Halbkreisgewölbe, für größere Durchläffe und Düker der linfenförmige Querfchnitt. Bei der Konftruktion der Düker ift auch auf den Innendruck Rückficht zu nehmen. In neuerer Zeit werden Düker und Durchläffe auch in Eifenbeton ausgeführt. Sowohl bei Durchläffen wie bei Dükern können im Bedarfsfalle auch Abläffe zur Regulierung des Kanalwafferftandes und zur Entleerung des Kanals angebracht werden (f. Fig. 13).

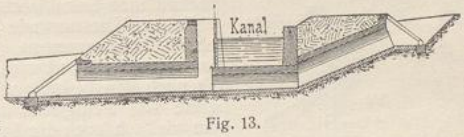


Fig. 13.

V. a) Um den Schiffahrtskanal möglichft waffer- und durchläffig zu geftalten, werden einesteils fchon beim Bau desfelben, andernteils bei deffen Inbetriebfetzung und im Laufe des Betriebes Dichtungsarbeiten vorgenommen. Zumeift wird für Dichtungen toniges Material mit Erfolg verwendet; in Deutfchland in Form von gut geftampftem Tonfchlag (Lehmfchlag). Die Stärke der Dichtungen wird in Einfchnitten mit 30—50 cm, in Dämmen mit 50 cm bis 1,0 m angenommen. Die dichtende Tonfchlagfchichte wird zum Schutze gegen Befchädigungen noch mit einer 30—40 cm ftarken Lage von fandigem oder erdigem Material überdeckt (Fig. 14 b). In Frankreich hat man vielfach wie in Fig. 3 die Kanäle mit einer ziemlich ftarken Schichte fetten Erdmaterials ausgekleidet, welche in Lagen von 10 cm aufgebracht, mit Kalkmilch getränkt und forgfältig geftampft wird (corroi). An italienifchen Kanälen wurden auch Dichtungen in Form von Mörtelpflafter ausgeführt.

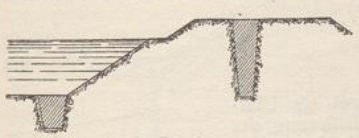


Fig. 14a.

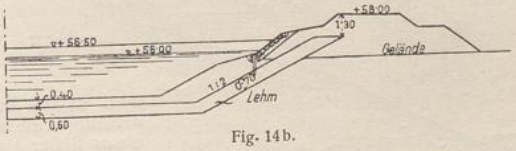


Fig. 14b.

Liegt der Kanal in waffer- und durchläffigem Boden oder vollftändig im Grundwaffer, fo kann jede Dichtung entfallen, da Waffer-verlufte nicht zu beforgen find. Liegt dagegen der Kanal nur teilweife unter dem Grundwafferfpiegel, fo kann (f. Fig. 14 a) die Dichtungsarbeit auf die Seiten des Kanalbettes befchränkt bleiben, foll jedoch möglichft bis zum waffer- und durchläffigen Boden geführt werden. Soll ein Kanal gedichtet werden, der mit Waffer bereits gefüllt ift, fo erfolgt die Dichtung meift durch Einfchlämmen von Sand oder von tonigem Material [1], wie dies im größeren Maßftabe am Oder-Spreekanal gefchehen ift. Die Art und Weife des Einfchlämmens kann vom Floß aus durch die Fugen desfelben oder durch Aufbringen des einzufchlämmenden Materials auf die Eisdecke erfolgen. Das Einfchlämmen ift das einzige Mittel nachträglicher Dichtung bei gefülltem Kanale, es kann aber nur als eine Beförderung der Selbftdichtung angefehen werden.

Als Erfatz für die tonige Dichtungsfchichte kann auch Beton verwendet werden, mit Erfolg jedoch nur bei Einfchnitten und bei folchen Dämmen, welche fich bereits vollftändig gefetzt haben [11]. Die Dichtungsfchichte foll wie bei Tonfchlag mit einer erdigen oder fandigen Schutzfchicht überdeckt werden (Fig. 4). In größerem Maßftabe wurde bei der Moldaukanalifierung und zwar am Lateralkanale Wrañan—Horcin Beton zur Dichtung des Kanalprofiles verwendet; die zwifchen den einzelnen 10 qm großen und 20 cm ftarken Betonplatten belaffenen Dilatationsfugen wurden durch Einlage von Teerpappe gedichtet [12].

Gemauerte Aquädukte werden durch einen Afphaltüberzug auf der abzudeckenden und durch einen Verputz gut abgeglichenen Mauerwerksfläche oder, wie z. B. beim Dortmund-Emskanal [8], durch Ueberdecken des Objektes mit 3 mm ftarken an den Rändern miteinander verlöteten Bleiplatten abgedichtet. Kleinere Objekte erhalten gewöhnlich nur eine Dichtungsfchichte von Tonfchlag.

Auf die Ausführungen der Dichtungen im Kanalkörper ift große Sorgfalt zu verwenden, denn die Dichtungsarbeiten verfolgen nicht allein den Zweck, durch Hintanhaltung größerer Waffer-verlufte den Waffer-bedarf des Kanals herabzumindern, fondern fie erhöhen und fichern auch die Standfeftigkeit der aus durchläffigen Bodenarten gefchütteten Kanaldämme und verhüten die Verwäfferung und Verfumpfung der anliegenden Ländereien. Die Dichtungen follen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wo die Notwendigkeit einer solchen in Frage steht, schon bei der ersten Ausführung des Kanals hergestellt werden, da die nachträglichen Dichtungen mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden sind und eine fehlende oder mangelhafte Dichtung des wasserhaltenden Profils besonders in Dammstrecken eine Gefährdung des Kanalkörpers und der Umgebung zur Folge haben kann.

b) Die Kanalufer sind in der Nähe des Wasserspiegels gegen den Wellenschlag und gegen die durch den Schiffsverkehr hervorgerufenen Wasserbewegungen und Strömungen durch Befestigung der Böschungen zu sichern. Die schädlichen Angriffe des Wassers erstrecken sich bei Kanälen für die Binnenschiffahrt von ca. 60 cm unter bis 50 cm über den Wasserspiegel und genügt die Ausführung einer Befestigung des Ufers vollständig für diese Höhe. Maßgebend für die Art und Weise eines Uferschutzes sind die Herstellungs- und Unterhaltungskosten derselben, die Standfestigkeit und Frostbeständigkeit des Bodens.

Ein einfaches und schon an älteren Kanälen verwendetes Mittel der Uferbefestigung besteht in der Anordnung einer mit Rohr, Schilf oder dergleichen Wasserpflanzen befestigten und zumeist unter Wasser liegenden Berme, für welche eine Breite von 1—2 m üblich ist. Beim Elbe-Travekanal, wo ein derartiger Schutz mit Rohr (Reth) beinahe ausschließlich zur Anwendung gelangte, wurde die Berme mit Rücksicht auf den auf diesem Kanal stattfindenden Dampferverkehr auf 5 m verbreitert [10]. Diese Art der Uferdeckung ist jedoch bisher zumeist nur auf die im Flachlande eingeschnittenen Kanalstrecken Norddeutschlands und Hollands beschränkt geblieben. Die normale Uferversicherung besteht darin, daß der von den Wasserbewegungen gefährdete Uferstreifen mit widerstandsfähigen Materialien gesichert wird. Auch für diese Art der Befestigung empfiehlt sich nach den bisherigen Erfahrungen die Anlage einer Unterwasserberme von wenigstens 1 m Breite. An französischen Kanälen findet man vielfach auch die in Fig. 15 dargestellte Uferbefestigung; dieselbe besteht aus in 0,8 m Abstand eingeschlagenen Pfählen mit einem darauf sich stützenden Posten, auf welchen sich ein aus Steinbrocken, Ziegel, Bruchstein oder Beton bestehender mehr oder weniger steiler Schutzkörper auffetzt. Am Dortmund-Emskanal hat sich die in Fig. 16 gezeichnete Bruchsteinpackung auf einer Unterbettung, welche bei allfälligen Setzungen leicht Ausbesserungen gestattet, bestens bewährt. In neuerer Zeit wurden am Dortmund-Emskanal und am Teltowkanal (s. Fig. 17) Versuche mit Beton und Betoneisenplatten gemacht, welche aber heute ein abschließendes Urteil noch nicht zulassen. In Häfen

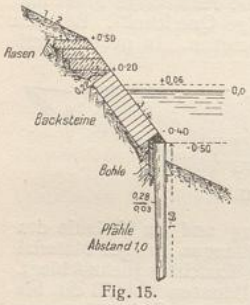


Fig. 15.

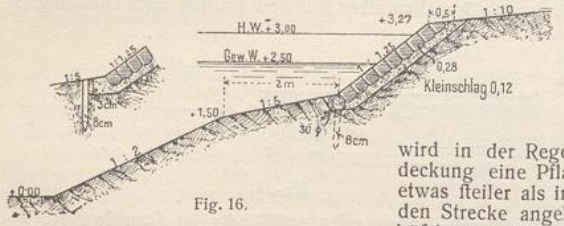


Fig. 16.

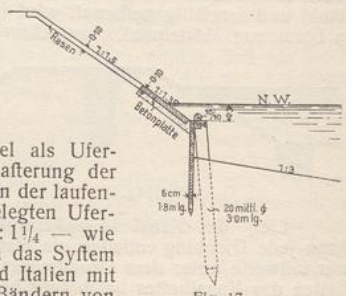


Fig. 17.

wird in der Regel als Uferdeckung eine Pflasterung der etwas steiler als in der laufenden Strecke angelegten Uferböschungen ca. $1:1^1/_4$ — wie in Fig. 18 — ausgeführt. Erwähnenswert wäre dann noch das System Villa für Uferdeckungen, das in Belgien, Frankreich und Italien mit Erfolg angewendet worden ist. Dieses System besteht aus Bändern von 2—10 m Breite, die aus einzelnen durchlochten Elementen aus gebrannter Erde oder Beton mauerartig zusammengesetzt und mittels galvanisiertem Eisen- oder Kupferdraht untereinander verbunden sind. Die Metalldrähte werden zur Verankerung der Uferversicherung alle 2 m in einem Bündel vereinigt und im Boden befestigt. Die Versenkung der einzelnen Bänder erfolgt bei Verkleidungen unter Wasser, wozu sich dieses System besonders eignet, von schwimmenden Gerüsten (Fig. 18 a); vgl. a. [22].

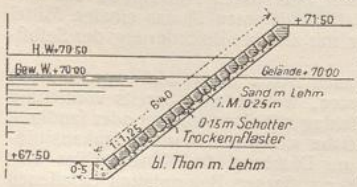


Fig. 18.

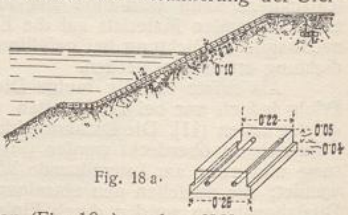


Fig. 18 a.

VI. Unter Schleusen eines Schiffahrtskanals versteht man im allgemeinen sämtliche Bauanlagen, welche zur Trennung der benachbarten, verschieden hohen Haltungen bezw. zum Uebergang aus einer solchen in die andre dienen. Hierher gehören: 1. Der Klappstau, nur für kleine Gefälle von etwa 0,3 m brauchbar, an holländischen Moorkanälen vorkommend, ist dasselbe wie eine schiffbare Stauschleuse; 2. die Kammerschleuse; 3. vertikale Hebewerke; 4. geneigte Hebewerke [13]. Vgl. Kammerschleuse und Schiffshebewerke.

VII. Die Zeitdauer, welche für das Passieren einer Schleuse, d. i. für eine ganze Schleusung, erforderlich ist, hat auf die Leistungsfähigkeit des Kanals einen großen Einfluß; je kürzer jene Zeit, desto größer die Leistungsfähigkeit (s. Kanalschiffahrt V). Die Schleusungsdauer setzt sich bei den an Schiffahrtskanälen in Betracht kommenden Schleusen aus drei Teilen zusammen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und zwar aus der Zeit 1. für das Einfahren der Boote in die Kammer, 2. für das Füllen, das Entleeren der letzteren und 3. für das Ausfahren aus der Kammer. — Den Zeitaufwand für das Ein- und Ausfahren samt dem Oeffnen und Schließen der Schleusentore sucht man durch entsprechend gestaltete Vorhäfen und Anlage von Leitwerken vor der Schleuse und durch Anbringen eines mechanischen Zuges zu verringern; dieser Zeitaufwand, 5—8 Minuten betragend, ist dann aber gewissermaßen konstant, einerlei ob das Schleusengefälle (die Höhenstufe) klein oder groß ist. — Für das Füllen oder Entleeren der Kammerschleuse ergibt sich der kleinste Zeitaufwand aus der Bedingung, daß die durchschnittliche noch zulässige Geschwindigkeit für das Heben oder Senken des Wasserspiegels bezw. Schiffes im Maximum etwa 3 cm pro Sekunde betragen darf, dies jedoch nur dann, wenn der Wassereintritt oder -austritt aus den beiderseitigen Umlaufskanälen durch gleichmäßig auf die ganze Kammerlänge verteilte Stichkanäle (s. Kammerschleuse) erfolgt. Für die nämliche Geschwindigkeit hat man bei vertikalen Hebewerken 3—10 cm; auf geneigten Ebenen aber wird die schräge Fortbewegung 0,6 m pro Sekunde kaum überschreiten können, auf jenen des Elbing-Oberländer Kanals beträgt dieselbe nur rund 0,3 m. Die Gesamtdauer des Durchschleusens beläuft sich z. B. an den neuen Kammerschleusen von 5,2 m Gefälle des Kanals du Centre auf 14 Minuten.

VIII. Der Wasserverbrauch [14] der Schiffahrtskanäle setzt sich zusammen: a) aus jener Wassermenge, welche für das Durchschleusen der Schiffe erforderlich ist, b) aus jener Wassermenge, welche die Verluste in der für die Wasserversorgung in Betracht kommenden Kanalstrecke infolge Verdunstung und Versickerung deckt, und c) aus jener Wassermenge, welche infolge der Undichtheiten bei den Schleusentoren und Schützen noch zugeführt werden muß.

a) Für den Bedarf an Schleusenwasser ist die Größe der Schleusenkammer und das Schleusengefälle sowie die Größe des Verkehrs maßgebend; je größer und höher die Schleusen und je lebhafter der Verkehr, desto mehr Wasser wird bei den Schleusungen gebraucht werden. Bei Ermittlung des Wasserverbrauchs kommt zunächst die Scheitelhaltung in Betracht, weil die an die Scheitelhaltung beiderseits sich anschließenden Schleußentreppen ihr Wasser aus derselben erhalten. Es bezeichnet V eine Füllung der Kammerschleuse, also $V = b\,l\,h$, wo b die mittlere Breite und l die Länge der Kammer zwischen den Toren, dann h das Schleusengefälle; ferner sei D das Deplacement des Schiffes. Ist bei der Bergfahrt ein Schiff bereits in die Schleuse eingefahren, so wird aus der oberen Haltung zuerst das Volumen V zum Heben des Schiffes eingelassen; fährt das Schiff dann aus der Kammer aus, so fließt noch die Wassermenge D von oben in die letztere; der Schleusenwasserverbrauch für eine einfache Bergfahrt ist sonach $V + D$. — Bei der Talfahrt wird durch das Einfahren des Schiffes in die mit V gefüllte Kammer die analoge Menge D' in die obere Haltung zurückgedrängt, der Schleusungswasserverbrauch ist hierbei demnach $V - D'$. Diese beiden Schiffe, das eine hinauf-, das andre herabfahrend, benötigen also bei einfacher Schleusung, d. i. bei je vorher leerer Kammer, zusammen die Summe $2\,V + D - D'$. Findet eine Kreuzung zweier solcher Schiffe an der Schleuse statt, so drängt das erstere Schiff nur noch das Quantum D' ins Oberwasser zurück und der summierte Wasserverbrauch für eine solche Kreuzung ist $V + D - D'$. Es erscheint sonach bei jeder Kreuzung gegenüber dem einfachen Durchschleusen zweier Schiffe eine Wasserersparnis um V. Fahren in einer Schiffahrtsperiode r Schiffe bergauf, s bergab und kommen hierbei an den Schleusen x Kreuzungen vor, so ist nach dem Obigen der gesamte Schleusenwasserverbrauch $W = r(V + D) + s(V - D') - x\,V$. Bedeutet n die Gesamtzahl der Schiffe $= r + s$ und nimmt man angenähert $D = D'$ oder $r\,D = s\,D'$ an; setzt man ferner voraus, daß die halbe Anzahl der Schiffe an den Schleusen kreuzt (bei besonders dichtem Verkehr können bis zu 80 % Schiffskreuzungen angenommen werden) $\left(x = \frac{n}{4}\right)$, so wird $W = \frac{3}{4}\,n\,V$, d. h. man hat durchschnittlich für jedes Schiff als Schleusenwasser $^3/_4$ einer Kammerfüllung nötig. Diese Wassermenge W genügt für die ganze Schleusentreppe, welche auf einer Berg- bezw. Talseite sich befindet, ohne Rücksicht auf die Anzahl der Kammerschleusen, da jede Schleusenentleerung die anstoßende untere Haltung speist. Da jedoch jedes Boot die beiden Schleusen der Scheitelhaltung passiert, so ist demnach der totale Schleusenwasserverbrauch aus der Scheitelstrecke gleich $2\,W$, oder durchschnittlich pro Schiff $1{,}5\,V$. Dieser Verbrauch läßt sich im Bedarfsfalle durch Anordnung von Sparbecken (s. d.) noch praktisch zweckmäßig um 30 oder 50 % verringern. Bei den Hebewerken (vertikalen oder auf geneigten Ebenen) ist ein eigentliches Schleusenwasser nicht nötig; was hier allfällig an Wasser gebraucht wird, dient nur als Ballast zur Erzielung eines Uebergewichtes und ist verhältnismäßig sehr gering.

Wenn ein größerer Teil des Verkehrs nicht die ganze Länge des Kanals durchfährt, so ist für die Wasserversorgung jene Kanalstrecke zugrunde zu legen, welche den meisten Verkehr hat; ebenso wären in dem Falle, wo unterhalb der Scheitelstrecke Schleusen mit größerem Gefälle vorkommen und für dieselben kein Zuschußwasser aus einer sekundären Wasserversorgung zur Verfügung steht, die größeren Gefälle an den unterhalb gelegenen Schleusen in Rechnung zu nehmen.

b) Der Wasserverlust infolge Versickerung ist in Kanalstrecken, in welchen der Wasserspiegel des Kanals nahe dem Grundwasserspiegel liegt, sehr klein. Sonst ist die Versickerung abhängig von der Bodenbeschaffenheit und der Güte der ausgeführten Kanaldichtungen. Insbesondere werden Kanäle, welche auf Dämmen oder auf Lehnen geführt werden, größere Versickerungsverluste erleiden als im Terrain eingeschnittene Kanäle. Wo auf die teilweise Speisung aus dem Grundwasser nicht gerechnet werden kann, wird der Wasserbedarf für Verdunstung und Versickerung auf Grund der bisherigen Erfahrungen pro Kilometer und Sekunde mit 16 l angenommen, was einem täglichen Höhenverlust des Kanalwasserstandes bei der üblichen Breite von 30—35 m der modernen Kanäle von 45 mm entspricht, wovon etwa 34 mm auf die Versickerung und 11 mm auf die Verdunstung entfallen. Bei älteren, schon genügend konsolidierten

und gedichteten Kanälen können jedoch infolge der dann geringeren Verſickerungen dieſe Verluſte mit 8 l angenommen werden.

c) Die Verluſte infolge der Undichtheiten bei den Schleuſentoren und Schützen werden erfahrungsgemäß für die beiden Schleuſen der Scheitelſtrecke für je 1 m Schleuſengefälle und Sekunde mit 5 l angenommen.

IX. Die Anlagen für die Waſſerverſorgung der Kanäle ſollen imſtande ſein, dem Kanale auch zur Zeit des größten Waſſerbedarfs und des größten Waſſermangels in der Natur das erforderliche Speiſewaſſer zuzuführen. Am einfachſten, jedoch nur bei Kanälen im Flachlande möglich, iſt die Waſſerverſorgung aus dem Grundwaſſer. So erhält z. B. der durchwegs im Terrain eingeſchnittene und unter Grundwaſſer liegende Teltowkanal ſein ganzes Speiſewaſſer aus dem Grundwaſſer ſelbſt. Ebenſo auch der Elbe-Travekanal. Sonſt erfolgt in den meiſten Fällen die Beſchaffung des Speiſewaſſers durch Entnahme aus natürlichen Gewäſſern und wird dasſelbe dem Kanale von der Entnahmeſtelle mit natürlichem Gefälle oder, wenn die Höhenlage des Kanals dies nicht geſtattet, durch Pumpwerke (ſ. Waſſerhebung) zugeführt.

Wo Waſſer aus natürlichen Gewäſſern gar nicht oder nicht in genügender Menge beſchafft werden kann, iſt man gezwungen, die Niederſchlagswäſſer und die während der Hochfluten ſonſt abfließenden überſchüſſigen Waſſermengen in Stauweihern, Refervoiren u. ſ. w. aufzufangen und dafelbſt für die Kanalſpeiſung aufzuſpeichern. Der Inhalt eines ſolchen Beckens hängt ab von der Menge des atmoſphäriſchen Niederſchlags des Einzugsgebiets und dem Waſſererfordernis. Aus ökonomiſchen Gründen empfiehlt es ſich, die Becken möglichſt groß auszuführen. Erſcheint ein Becken ungenügend, ſo ſind für die Anlage von Stauweihern weitere geeignete Gebiete heranzuziehen. So hat z. B. der Kanal von Burgund ſechs Stauweiher von zuſammen 28 000 000 cbm Faſſungsraum; für die Vogeſenſtrecke des Rhein-Marnekanals ſind bei Gondrexange 6 200 000 cbm aufgeſpeichert. Für den Rhein-Weſerkanal wie für den Donau-Oderkanal ſind große Stauweiheranlagen, und zwar für letztere ſieben Stauweiher von zuſammen 27 000 000 cbm Faſſungsraum in Ausſicht genommen. Wenn tunlich, iſt ſowohl bei Entnahme aus Flüſſen wie aus Stauweihern das Speiſewaſſer mittels eines Hauptſpeiſegrabens (Zubringers) direkt in die Scheitelhaltung einzuleiten. Für die Deckung der Waſſerverluſte in den tieferen Haltungen erſcheinen oft beſondere Einleitungen, ſogenannte ſekundäre Speiſegräben, ökonomiſch. Bei Berechnung der Leiſtungsfähigkeit der Speiſegräben iſt auch auf die im Graben ſtattfindenden Waſſerverluſte Bedacht zu nehmen.

An den Mündungen der Speiſegräben in den Kanal werden in der Regel Speiſeſchleuſen eingebaut. Sie ſperren den Graben teilweiſe mit Schützen ab, wenn ſeine Ergiebigkeit den Bedarf überſteigt. In der Nähe der Einlaßſchleuſe iſt dann noch eine Ablaßſchleuſe in Verbindung mit einem Entlaſtungsgraben zur Aufnahme des Ueberſchußwaſſers anzuordnen. Da die pro Sekunde der Scheitelhaltung zuzuführende Waſſermenge entſprechend den täglichen Schwankungen im Schiffsverkehre veränderlich iſt, empfiehlt es ſich, in der Nähe der Scheitelhaltung ein Ausgleichrefervoir anzulegen; manchmal kann auch die Scheitelſtrecke ſelbſt, wenn ſie genügend lang iſt, wie z. B. beim Donau-Oderkanal, durch Vergrößerung des Kanalquerſchnitts (größere Breite und Tiefe) als Ausgleichrefervoir dienen.

X. Entlaſtungsanlagen dienen zur Ableitung des überſchüſſigen Waſſers bezw. zur Regulierung des Kanalwaſſerſtandes und weiters im Bedarfsfalle zur Entleerung des Kanals. Dieſe Anlagen ſind derart anzuordnen, daß das zur Ableitung gelangende Waſſer ſobald als möglich aus dem Kanal entfernt wird. Zur Ableitung des Ueberſchußwaſſers dienen oft nur gewöhnliche Ueberfälle, deren Leiſtungsfähigkeit aber eine ſehr geringe iſt. Den gedachten Zweck erfüllen Grundabläſſe vollſtändiger.

Wo ein natürlicher Waſſerlauf den Kanal kreuzt, können die Entlaſtungsanlagen leicht mit den Durchläſſen oder Dükern in Verbindung gebracht werden. Beim Dortmund-Emskanal iſt die Leiſtungsfähigkeit der Entlaſtungsvorrichtungen ſo bemeſſen, daß die Entleerung für das Kilometer nicht mehr als 3 Stunden in Anſpruch nimmt und die Waſſergeſchwindigkeit dann 0,2 m im Kanal nicht überſteigt. So ſind in der 67 km langen Scheitelhaltung dieſes Kanals fünf Entlaſtungsanlagen mit zuſammen 27 cbm pro Sekunde Leiſtungsfähigkeit vorgeſehen.

XI. Sicherheitstore haben den Zweck, die Haltung des Kanales in einzelne Strecken zu unterteilen, damit im Falle eines Dammbruches der Waſſerverluſt nur auf die betreffende Teilſtrecke des Kanals beſchränkt bleibt und weiters die ſchädliche Wirkung des ausſtrömenden Waſſers tunlichſt hintangehalten werden kann. Sicherheitstore finden nur in langen Haltungen Anwendung und ſind beſonders zweckmäßig vor und hinter längeren Dammſtrecken. Als Sicherheitstore haben in franzöſiſchen Kanälen ſelbſttätige Stemmtore (Fig. 19) Verwendung gefunden, welche ſich ſchließen, ſobald im Kanal eine ungewöhnliche Strömung eintritt. In der Regel werden aber die Sicherheitstore als Klapptore mit horizontaler Drehachſe angewendet und finden ſich Ausführungen dieſer Art am Oder-Spreekanal vor. Am Dortmund-Emskanal [8] ſind nach beiden Richtungen kehrende Sicherheitstore zur Ausführung gelangt. Ein ſolches Tor beſteht aus einer ſegmentförmigen Abſchlußblechwand, welche beiderſeits auf wagerechten Achſen gelagert iſt. In geöffnetem Zuſtande ſteht das Tor ſenkrecht über der Drehachſe in einer ſolchen Höhe über dem Waſſerſpiegel des Kanals, daß die Schiffahrt nicht behindert wird. Die Bewegung des Tors erfolgt durch Winden (ſ. Fig. 20).

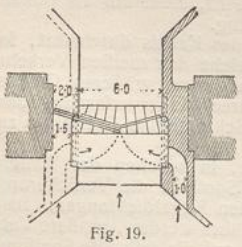


Fig. 19.

XII. Kanalhäfen ſollen überall dort angelegt werden, wo Güter gelöſcht und eingenommen werden können, und dabei iſt auf gute Verbindungen mit Straßen und Eiſenbahnen

Rückſicht zu nehmen. Als einfachſte Hafenanlage iſt die Verbreiterung des Kanals um eine Schiffsbreite anzuſehen. Für größere Häfen, welche zwei und mehr Schiffe aufnehmen ſollen, wird oft eine Trapez- oder Dreieckform wie in Fig. 21 gewählt; der Hafen kann dann gleichzeitig auch als Wendeplatz dienen. Kaimauern findet man an kleinen Kanalhäfen ſelten, und die 1 : 1 bis 1 : $1^1/_2$ geböſchten Hafenufer ſind gewöhnlich nur mit Bruchſteinen verkleidet. Das an den Kanal anſchließende Hafengebiet liegt gewöhnlich nicht viel mehr als 1 m über dem Waſſerſpiegel des Kanals. Bei den neueren deutſchen Kanälen werden die größeren Verkehrshäfen als Stichhäfen mit ſchräger Hafen-

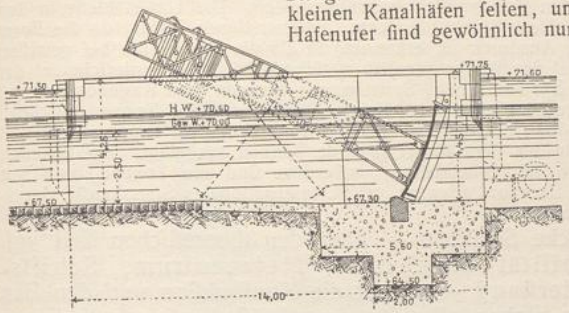


Fig. 20.

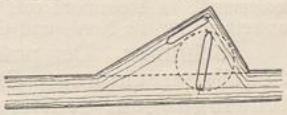


Fig. 21.

einfahrt aus dem Kanal ausgebildet. Dieſe Art der Häfen hat den Vorzug, daß die durchgehende Schiffahrt nicht behindert wird. Fig. 22 ſtellt einen ſolchen größeren Hafen am Teltowkanal dar. Wichtig iſt noch, daß jeder größere Hafen zur Erleichterung des Warenumſchlags entſprechend ausgerüſtet werde.

XIII. Die Baukoſten der Kanäle ſind ſehr verſchieden, je nachdem die Terrainſchwierigkeiten größer oder geringer ſind und die Waſſerbeſchaffung ſich mehr oder weniger leicht geſtaltet. Beim Oder-Spreekanal z. B. beliefen ſich die Geſamtbaukoſten durchſchnittlich auf 151000 ℳ. pro Kilometer [5], beim Merwedekanal mit ſehr großem Querprofil auf 473000 ℳ. ([4], S. 411), beim alten Rhein-Marnekanal auf 191000 ℳ., beim Dortmund-Emskanal 316000 ℳ. Bei franzöſiſchen Kanälen, welche ein bedeutend kleineres Querprofil als die deutſchen Kanäle haben, betrugen die Baukoſten 132000 bis 297000 ℳ. pro Kilometer. Die neuen deutſchen Kanäle ſind veranſchlagt, und zwar der Kanal vom Rhein nach Herne, dreiſchiffig mit Zugſchleuſen, mit 1360000 ℳ., der Kanal Bewergern-Hannover mit 490000 ℳ. pro Kilometer. Die Erhaltungskoſten belaufen ſich für große Kanäle auf jährlich 1200—1800 ℳ., für kleinere auf 800—1000 ℳ. pro Kilometer.



Fig. 22.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., 3. Teil, Bd. 5, Leipzig 1906. — [2] Reynaud, Les travaux publics de la France, Paris 1883. — [3] Dinglers Polyt. Journ. 1886, S. 278. — [4] Weber, Bau u. ſ. w. der Waſſerſtraßen, Wien 1895. — [5] Zentralblatt der Bauverwaltung 1905, Nr. 97. — [6] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., 1. Teil, Bd. 2, Leipzig 1905. — [7] Zentralblatt der Bauverwaltung 1894, Artikel Dämme und Deiche im Moorboden. — [8] Der Bau des Dortmund-Emskanals, Sonderabdruck aus der Zeitſchr. für Bauweſen 1901/02. — [9] Wortman, Die Sicherung der Kanalufer (VI. Internat. Binnenſchiffahrtskongreß, Haag 1894). — [10] Zeitſchr. d. Ver deutſch. Ing. 1900, Nr. 24, Artikel Der Elbe-Travekanal. — [11] Annales des ponts et des chaussées 1886, I, und 1898, II. — [12] Rubin, Der Bau des Lateralkanals bei Wrañan, Zeitſchr. d. Oeſterr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1906, Nr. 13. — [13] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., 3. Teil, Bd. 8, Leipzig 1904, Artikel Die Schiffsſchleuſen. — [14] Grohmann, Die Waſſerverſorgung des Donau-Oderkanals, Zeitſchr. d. Oeſterr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1904, Nr. 7 u. 8. — [15] Mas, F B. de, Canaux, Paris 1904. — [16] Zeitſchr. für Binnenſchiffahrt 1898, 1901, 1903, Artikel Der Teltowkanal. — [17] Oppermann, Vorarbeiten für Schiffahrtskanäle, Leipzig 1905. — [18] Debauve, Des eaux comme moyen de transport, Paris 1878. — [19] Zentralblatt der Bauverwaltung 1883, S. 196. — [20] Geck, Projekt des Rhein-Weſer-Elbekanals, Hannover 1896 u. 1898. — [21] Sartori, Projekt des Elbe-Kielkanals, Berlin 1898. — [22] Befeſtigung von Dämmen und Böſchungen bei Waſſerläufen durch das Syſtem Villa, Vortrag von A. Caſſe, Brüſſel. *Pachnik.*

Schiffahrtszeichen dienen zur Kenntlichmachung von Untiefen, Fahrthinderniſſen, Fahrrinnen oder Einfahrten in Binnengewäſſern, Flüſſen, Kanälen, Haffen, Seen oder an der Küſte. Man unterſcheidet ſchwimmende und feſte Zeichen, vom Waſſer umgebene und auf dem Feſtlande als Landmarken errichtete. Viele ſind durch künſtliche Beleuchtung nachts (Leuchttürme, Feuerſchiffe, Leuchtbogen) oder durch künſtliche Schallſignale (Glockenbojen, Heulbojen) im Nebel bemerkbar.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schiffahrtszeichen reichen bis ins graue Altertum zurück. Durch reichsgesetzliche und landesherrliche Bestimmungen sind sie in neuerer Zeit, seit etwa 20 Jahren, durch die Tonnen- und Bakenämter genau geregelt. Schwimmende Zeichen sind durch Anker oder schwere Steinblöcke mit Kette verankert. Manche werden im Winter wegen Eisgang eingezogen. Alle diesbezüglichen Aenderungen werden stets amtlich bekanntgegeben. Die Unterschiede in den Schiffahrtszeichen bewirkt man meistens durch die Form, seltener durch Farbe, da die Form besser auszumachen (seemännischer Ausdruck für erkennen) ist als die Farbe, die bei gewissen Beleuchtungseffekten der Sonne auf das Wasser gänzlich verschwindet. Man unterscheidet der Form nach Baken, Bakentonnen, Spierentonnen, Spitztonnen, stumpfe und Kugeltonnen und Pricken. Von See kommend sind rechts (Steuerbord) Spierentonnen, das sind Tonnen mit hoch aus dem Wasser ragenden Spieren (Mast oder Stange mit den verschiedensten Toppzeichen) und links (Backbord) spitze, kugelförmig aus dem Wasser ragende Tonnen ausgelegt. Die neuesten Schiffahrtszeichen tragen Nummern und Buchstaben, außerdem sind die Tonnen, von See kommend, an Steuerbord rot, an Backbord schwarz. (Vgl. Internationales Signalbuch, Segelanweisung für die Nord- und Ostsee.) *Schütte.*

Schiffbau. Der praktische Schiffbau — über den theoretischen Teil vgl. Schiffsberechnung, Stabilität der Schiffe, Metazentrum, Schiffsschwingungen, Schiffswiderstand — umfaßt die Konstruktion und den Bau des Schiffsrumpfes sowie den Einbau aller für den Schiffsdienst erforderlichen Einrichtungen des Ausbaus und der Ausstattung.

Der Schiffsrumpf ist ein Bauwerk, welches durch die Festigkeit seiner Verbandteile imstande sein muß, die wechselnden Belastungen durch das Eigengewicht nebst Takelage bezw. Maschinen, Kesselanlage und Kohlen einerseits sowie durch die Zuladung an Fracht und Passagieren bei Handelsschiffen oder an Artillerie nebst Munition, Torpedoarmierung und Panzer bei Kriegsschiffen anderseits sicher zu tragen, und zwar sowohl im schwimmenden Zustande und im besonderen bei den erhöhten Beanspruchungen im Seegang, als auch beim Trockenstehen im Dock. Zu gleicher Zeit sind fast alle Schiffsteile derart zu konstruieren und einzubauen, daß sie gegen den Wasserdruck von außen und bei etwaigen Havarien auch gegen Ueberflutung und Bewässerung im Innern gesichert sind zum Schutz der Beladung und zur Aufrechterhaltung der Schwimmfähigkeit. Es vereinigen sich daher im Schiffskörper Verbandteile, welche in der Hauptsache auf Festigkeit beansprucht werden mit solchen, welche einen wasserdichten Abschluß herstellen. Die ersteren kann man wieder in Bauteile gliedern, welche vornehmlich den Längsverband und in solche, welche vorzugsweise den Querverband aufnehmen. Nach dem zur Anwendung gelangenden Baumaterial des Schiffsrumpfes gliedert sich der praktische Schiffbau in Holzschiffbau und Eisenschiffbau.

Holzschiffbau.

Zu den wichtigsten Längsverbandteilen des Holzschiffes gehört der **Kiel**, gewissermaßen das Rückgrat des Schiffsrumpfes; er ist von rechteckigem Querschnitt und wird aus Eichenholz, seltener aus Rotbuchen- oder Ulmenholz, in möglichst großen Längen hergestellt. Die Verbindung der einzelnen Kielstücke erfolgt durch Kiellaschen (Fig. 1). Zur Aufnahme und wasserdichten Befestigung der dem Kiel benachbarten Außenhautplanken (Kielplanken, Kielgang) erhält der Kiel eine Rinne von dreieckigem Querschnitt, die Sponnung (Fig. 2). Wo die Kielsponnung die Naht des Kiellasches schneidet, wird in den Kiel ein hölzerner Scheidenagel eingeschlagen zur Vermeidung von Leckagen. Unterhalb des Kiels wird meist mittels Spieker oder Stumpfbolzen eine stärkere Planke (der Loskiel oder falsche Kiel) befestigt, welcher den Zweck hat, bei Grundberührungen den Hauptkiel zu schützen. Der Kiel geht vorne in den Vorsteven, hinten in den Achtersteven über. Beide Verbandteile dienen in ähnlicher Weise wie der Kiel zur wasserdichten Befestigung und Verbindung der Beplankung der beiden Schiffsseiten und wird daher die Sponnung auf die Seitenflächen der Steven fortgeführt. Der Vorsteven (Fig. 3), welcher meist eine gekrümmte ausfallende Form erhält, wird aus einer größeren Zahl eichener Bauhölzer, wie Vorlauf, Stevenknie, Binnensteven, Totholz, Schegg, Gallionshölzern zusammengebaut und durch Laschen mit Zylinderzapfen und Klinkbolzen verbunden. — Der Hintersteven, welcher bei Segelschiffen und Raddampfern wegen der Befestigung des Ruders auch zugleich Rudersteven ist, setzt sich in

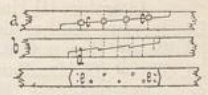


Fig. 1 *a* Glattes Lasch. *b* Hakenlasch. *c* Zylinderzapfen. *d* Stumpfbolzen. *e* Durchbolzen.

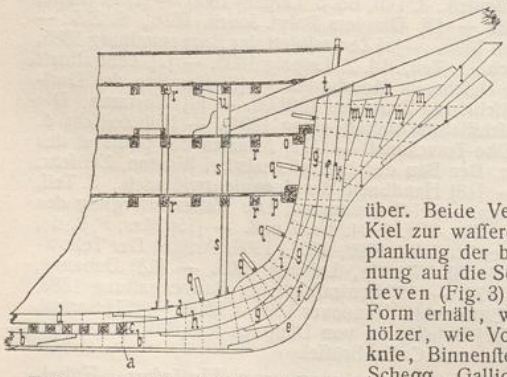


Fig. 3 *a* Loskiel. *b* Kiel. *c* Bodenwrangen. *d* Kielschwein. *e* Vorlauf. *f* Vorsteven. *g* Binnenvorsteven. *h* Vorsteventotholz oder Aufklotzung. *i* Vorstevenknie oder Reitknie des Vorstevens. *k* Rückenstück des Gallions. *l* Gallionsschegg. *m* Füllungsstücke des Gallions. *n* Lieger des Gallions. *o* Oberdecksband. *p* Zwischendecksband. *q* Bugbänder. *r* Deckbalken. *s* Deckstützen. *t* Bugspriet. *u* Bugsprietstuhl.

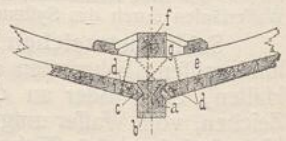


Fig. 2. *a* Kiel. *b* Loskiel. *c* Kielsponnung. *d* Kielgang. *e* Bodenwrange. *f* Kielschwein. *g* Pumpenfod.

gerader Linie im rechten oder ſtumpfen Winkel auf den Kiel auf. Er beſteht aus Eichenholz und wird bei größeren Schiffen durch den Binnenſteven verſtärkt (ſ. Ruder). Beide Stevenhölzer werden auf dem Kiel verzapft und mit demſelben durch das Stevenknie verbunden. Bei ſchärferen Schiffsformen wird eine Aufklotzung, das Totholz, erforderlich. Bei Schraubenſchiffen tritt noch ein beſonderer Ruderſteven hinzu, welcher unten auf dem Kiel oder einem metallenen Stevenſchuh aufſteht und oben ſo weit ins Innere des Schiffsrumpfes hineinragt, daß er mit den Decksbalken verbolzt werden kann (Fig. 4). Er wird vielfach durch den davorliegenden Binnenruderſteven verſtärkt. Der Hinterſteven erhält zur Durchführung der Schraubenwelle nebſt Stevenrohr eine entſprechende Anſchwellung. Innenbords wird das Wellenrohr in einem Langholz, dem Wellenklotz, gelagert, welcher auf dem Totholz befeſtigt iſt, der Höhe nach aus zwei Teilen beſteht und hinten am Binnenſteven, vorne am Stopfbuchſenklotz verbolzt iſt. Hinterſteven bezw. Ruderſteven erhalten zur Verbindung mit dem Kiel, dem Gillungsholz, ſowie zur Aufnahme des Ruders entſprechende eiſerne oder metallene Beſchläge. Zur Verſtärkung des Kiels als Hauptlängsverband dient das Kiel- oder Kolſchwein, welches auf den Spanthölzern gelagert, teilweiſe über dieſelben übergekeept iſt und mit denſelben ſowie mit dem Kiel durch Klinkbolzen und Zylinderzapfen verbunden wird (ſ. Fig. 2). Das Kielſchwein läuft vorne und hinten auf das Totholz bezw. die Stevenknie auf; bei Schraubenſchiffen endet es am Stopfbuchſenklotz. Bei größeren Schiffen genügt ein Kielſchwein nicht mehr, und man wendet alsdann Seitenkielſchweine an, welche bei Dampfſchiffen zugleich als Keſſel- und Maſchinenträger dienen.

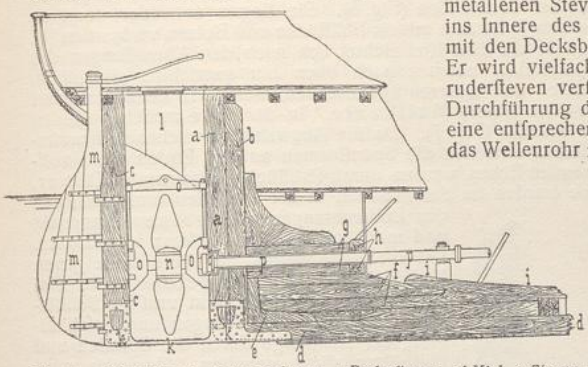


Fig. 4. *a* Hinterſteven. *b* Binnenſteven. *c* Ruderſteven. *d* Kiel. *e* Stevenknie. *f* Totholz. *g* Wellenklotz. *h* Stopfbuchſenklotz. *i* Kielſchwein. *k* Stevenſchuh. *l* Schraubenbrunnen. *m* Ruder. *n* Schraube. *o* Schraubenrahmen. *p* Schraubenwelle. *q* Wellenkupplung.

Vom Kiel nach oben bilden neben der in der Hauptſache auf waſſerdichten Abſchluß berechneten Außenhautbeplankung die innerhalb der Spanthölzer gelegenen Verbandteile, die Wegerungsplanken oder die Garnierung, den **Hauptlängsverband**. Die Wegerung beſteht aus einzelnen Plankengängen, welche ſich vorne und hinten der Krümmung des Schiffes anpaſſen (Fig. 5). Im Raum dienen ſie teilweiſe zur Verſtärkung der Stöße zwiſchen Bodenwrangen und Aufſitzer — Stoßweger — ſowie zur Verſteifung der Kimm — Kimmweger. In Höhe der Decks werden ſie beſonders ſtark gehalten und finden zur Verbindung der Balken mit den Spanthölzern Verwendung — Balkweger, Waſſergang oder Leibholz, Setzweger. Die Befeſtigung der Wegerungsplanken erfolgt mit den Spanten und der Außenhautbeplankung durch von außen geſchlagene und innen verklinkte Bolzen, welche dazu beſtimmt ſind, die Schubſpannungen aufzunehmen. Es ergibt ſich hieraus die Minimalzahl ſowie die Verteilung der zu ſchlagenden Bolzen. Bei größeren Schiffen genügen jedoch die Bolzen nicht zur Aufnahme der Schubſpannungen, auch werden die Hölzer durch den Druck des härteren Bolzenmaterials zuſammengepreßt und die Bolzen demnach loſe. Man verwendet daher in den Fugen der Wegerungshölzer Schloßhölzer von hartem Holz oder geht in weiterer Vervollkommnung auf den Diagonalverband über. Die Schubſpannungen werden alsdann durch Zug- und Druckorgane, die etwa unter einem Winkel von 45° zur Querſchiffsebene geneigt angeordneten Wegerungsplanken, aufgenommen. Die Planken werden in Gruppen von 5 bis 7 Stück in der Hauptſache zwiſchen den Decks und im Raume abwechſelnd nach vorne und hinten geneigt eingebaut und oben in den Balkwegern, unten in den Kimmwegern mit dreieckigem Einſchnitt eingelaſſen und nur ſo weit befeſtigt, daß ſie beim Arbeiten des Schiffes nicht herausfallen. Neben der diagonalen Wegerung kommen bei großen Schiffen zahlreiche eiſerne Diagonalſchienen in Anwendung, die meiſt von außen in die Spanthölzer eingelaſſen und mit denſelben und der Wegerung verbolzt werden. Die Vervollkommnung des Diagonalverbandes führte auch zum reinen Diagonalbau, bei dem die Außenhautbeplankung aus zwei bezw. drei Lagen zuſammengeſetzt wird, von denen die beiden inneren unter 45—60°, die dritte eventuell horizontal angeordnet wird (ſ. a. Bootsbau) [4], [6], [7].

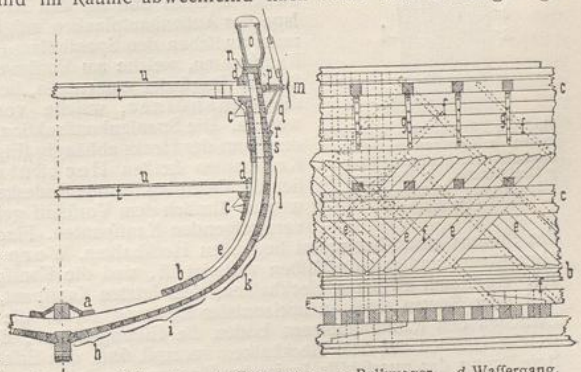


Fig. 5. *a* Rüſtweger. *b* Kimmweger. *c* Balkweger. *d* Waſſergang. *e* Diagonalwegerung. *f* Diagonalſchienen. *g* Balkenknie. *h* Kielgänge. *i* Bodenplanken. *k* Kimmgänge. *l* Berghölzer. *m* Schergänge. *n* Schandeck. *o* Finknetzkaſten. *p* Rüſt. *q* Püttingsſchiene. *r* Püttingsbolzen. *s* Stopperſchiene. *t* Decksbalken. *u* Deckplanken.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der **Querverband** des Schiffes wird in der Hauptſache durch die Spanten in Verbindung mit den Decksbalken aufgenommen. Die Spanten bilden gewiſſermaßen die Rippen des Schiffsrumpfes, welche dem Kiel als Rückgrat angefügt ſind. Die Spanten, welche, entſprechend der Schiffsform, eine gekrümmte Form haben (Fig. 5), können nur ſelten aus einem Stück Holz gearbeitet werden. Sie werden in der Regel aus zwei Lagen von Hölzern zuſammengeſetzt, deren Stöße entſprechend gegeneinander verſchießen (Fig. 6). Sie liegen entweder dicht an dicht oder ſind mit nach oben wachſendem Spielraum mittels Füllſtücke und Bolzen verbunden [1]. Die Entfernung der Spanten voneinander auf dem Kiel richtet ſich nach den Abmeſſungen des Schiffsrumpfes. Die Stärken der Spanthölzer nehmen nach oben hin querſchiffs allmählich, längsſchiffs ſtufenweiſe ab. Die vorderen und hinteren Spantflächen, welche in Ebenen normal zum Kiel liegen, heißen die vordere oder hintere Mallkante. In der Mitte zwiſchen beiden Mallkanten liegt die Mittelebene des Spantes (Fig. 7). Da die Auswahl von eichenen Krummhölzern beſchränkt iſt, ſo geben dieſelben zuweilen die Spantformen an den Enden nicht vollkommen her. Die hierdurch entſtehenden Ecken werden durch Paßſtücke, ſogenannte Kälber, ausgefüllt (Fig. 6). In ähnlicher Weiſe werden im Schiffsboden in die Zwiſchenräume zwiſchen den Bodenwrangen Füllhölzer eingepaßt und meiſt mit den Spanthölzern abgedichtet. Die Spantfüße werden auf dieſe Weiſe gegen Verſchieben längsſchiffs geſichert, der Kiel gegen Durchſacken verſtärkt und der Schiffsboden bei Grundberührungen und Beſchädigung der Kielgänge durch die Spanten und Füllhölzer dicht gehalten. Zugleich wird oberhalb der Bodenwrangen hierdurch ein fortlaufender Waſſerlauf für das Bilgewaſſer gebildet. Die Querſchnitte der Spanten erhalten je nach der Form der Schiffslinien eine parallelogrammartige Form. Zwei Seiten ſind normal zur Längsſchiffsebene gerichtet; die beiden andern werden parallel der Kontur der entſprechenden Waſſerlinien ausgearbeitet. Dieſe Abweichung der Querſchnittsform vom Rechteck heißt Schmiege (Fig. 7). Die Schmiege iſt mittelſchiffs null und nimmt nach vorne und hinten ſtetig zu, ebenſo ändert ſie ſich meiſt auch in dem Verlauf der Spantkurve, ſo daß die Ausarbeitung eines Spantholzes mit richtiger Schmiege beſondere zeichneriſche Vorarbeiten auf dem Schnürboden erfordert. Im Bug und Heck kommen die durchgehenden Bodenwrangen meiſt in Fortfall und ſtoßen die halben Bodenwrangen am Totholz ab. Um den Hölzern an dieſen Stellen keine übermäßige Schmiege geben zu brauchen — je weniger ein Holz bearbeitet zu werden braucht, je günſtiger iſt ſeine Lebensdauer —, werden ſie im Vorſchiff nach vorne, im Achterſchiff nach hinten gekantet, ſo daß die Mallebenen mit der Längsſchiffebene einen Winkel bilden. Dieſe Spanten heißen Kantſpanten. Da bei den meiſt ausfallenden Bug- und Heckformen die Kantſpanten im oberen Teil divergieren, ſo werden hier kürzere Hölzer fächerartig zwiſchengeſetzt und auf den Kantſpanten verzapft, ſo daß zur Auflage der Außenhautplanken möglichſt überall ein gleicher Zwiſchenraum zwiſchen den Spanthölzern ſich ergibt (Fig. 8). Die vorderſten Kantſpanten, welche am Vorſteven anliegen und meiſt die Oeffnung für das Bugſpriet umgrenzen, heißen Ohrhölzer; es folgen dann die Klushölzer, welche von den Ankerklüſen durchdrungen werden. Die Spantenkonſtruktion im Heck iſt in der Hauptſache von der Form der Hecks abhängig (Fig. 9). Die am Hinterſteven liegenden Kantſpanten heißen Heckſtützen; zwiſchen denſelben befindet ſich die Oeffnung für den Ruderkoker, das Hennegat. Runde Hecks werden ähnlich dem Vorſchiff gebaut, mit nach oben ſich fächerartig verzweigenden Kantſpanten. Flache Hecks erhalten am oberen Ende des Stevens einen horizontal liegenden Heckbalken, Worp genannt, welcher über den Steven übergekeept und mit demſelben verbolzt iſt, und die Kantſpanten hören meiſt am Heckbalken auf. Der Raum zwiſchen Heckbalken, dem letzten Kantſpant, dem ſogenannten Randſomholz, und dem Steven wird in horizontaler Richtung durch die ſogenannten Worpen ausgefüllt. Zwiſchen den Randſomhölzern bilden die Gillungshölzer, die Heckſpanten bezw. Heckſtützen, welche ſämtlich auf dem Heckbalken verzapft ſind, den Erſatz der Kantſpanten und dienen zur Befeſtigung der querſchiffs laufenden Planken des Spiegels. Bei Schraubenſchiffen, bei welchen das Heck um die Größe der Schraubenöffnung weiter nach hinten ausladet, findet in der Hauptſache die runde Heckform Anwendung. Die Spanthölzer werden nach dem Ausarbeiten auf einer Plattform zuſammengepaßt und verbolzt, durch Latten entſprechend verſtrebt und alsdann

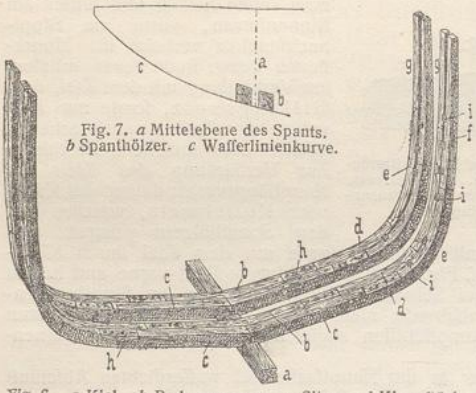


Fig. 7. *a* Mittelebene des Spants. *b* Spanthölzer. *c* Waſſerlinienkurve.

Fig. 6. *a* Kiel. *b* Bodenwrangen. *c* Sitzer. *d* Kimmſtück. *e* Auflanger. *f* Zweiter Auflanger. *g* Toppſtück oder Oberauflanger. *h* Stoßkalben. *i* Verbindungszapfen.

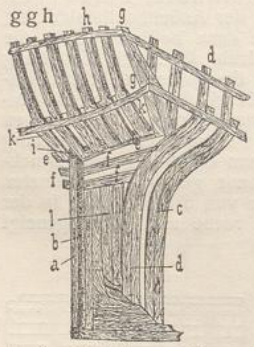


Fig. 9. *a* Hinterſteven. *b* Binnenſteven. *c* Kantſpanten. *d* Randſomholz. *e* Heckbalken. *f* Worpen. *g* Heckſtützen. *h* Heckſpanten. *i* Hennegat. *k* Gillungshölzer. *l* Füllſtücke.

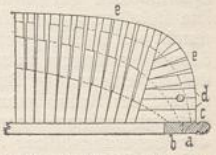


Fig. 8. *a* Vorſteven. *b* Binnenſteven. *c* Ohrholz. *d* Klüshölzer. *e* Kantſpanten.

aufgerichtet und auf dem Kiel feſtgeſetzt. Sind ſämtliche Spanten und die Steven gerichtet, ſo ſagt man: das Schiff ſteht in Spanten. Man beginnt dann mit dem Schlichten der Hölzer zum Anbringen der inneren Wegerung und der Außenhautbeplankung mit Hilfe von Latten, die nach den Senten durchgeſtrakt werden. Das Anbringen der Außenhaut erfolgt von einer beſonderen Stellung, aus Mauerlatten und Bohlen hergerichtet [4], [6], [11]. Der Verband der Spanten querſchiffs erfolgt durch die Decksbalken, welche zugleich den Zweck haben, mit Hilfe der Deckſplanken, Plattformen, die ſogenannten Decks zu bilden. Die Stärke und Zahl der Decksbalken iſt daher bedingt durch die Belaſtung der Decks und die Erzielung eines ſoliden Querverbandes. Die Balken der oberen Decks erhalten durchweg zum beſſeren Waſſerabfluß eine nach oben ſchwach gewölbte Form von 150—250 mm Pfeilhöhe, die ſogenannte Decks- oder Balkenbucht (die Raumbalken ſind meiſt gerade), während die Balkenenden zu gleichem Zweck nach vorne und hinten in einer Kurve, dem Deckſprung, deren tiefſter Punkt auf etwa ein Drittel der Schiffslänge vom Hinterſteven liegt, verlaufen. Die Balken, aus Eichen, Kiefern oder Mahagoni gefertigt, haben rechteckigen Querſchnitt und liegen an den Enden auf den Balkwegern auf, mit denen ſie durch Zylinderzapfen und Bolzen verbunden ſind (Fig. 5). Desgleichen werden ſie mit der Wegerung und den Spanthölzern unter Zuhilfenahme von hölzernen oder eiſernen Knien derart verbolzt, daß der Winkel zwiſchen Balken und Schiffswand durch Steiffetzen der Wanten und Arbeiten des Schiffes in See ſich nicht ändert. Die eiſernen Knie werden entweder aus Blech und Winkel gebaut oder beſſer aus ſtarkem Flacheiſen geſchmiedet und werden letztere bisweilen zur beſſeren Verbindung mit dem Balken mit einer Klammer verſehen, dem ſogenannten Gabelknie. Bei den Raumbalken oder Orlopbalken verlängert man bisweilen die hängenden Arme der eiſernen Knie derart, daß ſie in geneigter Richtung über die Wegerung verlaufen und ſo die Diagonalſchienen erſetzen. Bei größeren Schiffsbreiten wendet man meiſt eiſerne Balken an, da hölzerne ſelten aus einem Stück herzuſtellen ſind. Ihre Verbindung mit den Spanten und der Wegerung erfolgt durch angeſchweißte eiſerne Knie (Fig. 10) [1], [2], [4], [6]. Bei Durchbrechung des Decks durch Luken müſſen die Balken geteilt werden und ſtoßen die ſo gekürzten halben Balken an den Längsſchlingen der Luken ab. Die Längsſchlingen ruhen auf den Lukenbalken, ebenſo wie die halben Balken auf den Schlingen in Lippen und erfolgt die Verbindung der Balken und Schlingen miteinander durch T-förmige Flacheiſenſchienen. Beſondere Sorgfalt erfordert der Einbau der Maſtbalken und Maſtſchlingen, zwiſchen welchen die Maſten in den Hauptdecks feſtgekeilt werden. Der Raum zwiſchen Balken und Schlingen wird zu dieſem Zweck durch Füllhölzer — Maſtfiſch — ausgefüllt und wird zum Durchgang des Maſtes ein elliptiſches Loch gelaſſen, um den Fall der Maſten verändern zu können. Zwiſchen den Füllſtücken, die um das Maſtloch meiſt füllartig erhöht ſind, und dem Maſt werden die kiefernen Maſtkeile eingeſetzt, welche oben einen wulſtartigen Anſatz erhalten, über welchen der Maſtkragen geſtreift wird [1]. Das untere Ende des Maſtes iſt mittels vierkantigen Zapfens in die Maſtſpur eingelaſſen, eine Plattform von ſchweren Balken, welche mit dem Kielſchwein bezw. den Bodenwrangen verbolzt ſind. Am Vor- und Hinterſteven werden die Decksbalken durch entſprechende Kniehölzer, Bug- und Heckbänder erſetzt und finden zwiſchen den Decks zur Verſtärkung des Verbandes weitere eiſerne Bänder Verwendung (Fig. 3 und 4).

Die kiefernen Deckſplanken tragen zur Verſtärkung des Längsverbandes bei und haben den Hauptzweck, einen waſſerdichten Abſchluß gegen Feuchtigkeit von oben herzuſtellen. Sie erhalten rechteckigen Querſchnitt mit geringer Abfaſſung der Seiten nach oben zum beſſeren Halt des Dichtungsmaterials, Werg und Pech. Man wählt die Plankenbreite nicht über 150 mm, da ſonſt beim Schwinden des Holzes zu weite Fugen entſtehen. An Stellen, die ſtark in Anſpruch genommen werden, unter dem Spill, bei den Ankerketten und Kettenſtoppern u. ſ. w., verwendet man ſtärkere Planken, Fiſchungsplanken, aus Teak- oder Eichenholz. Um die Feſtigkeit der Decks auf Zug zu erhöhen, ordnet man auf den Decksbalken eiſerne Längs- und Diagonalbänder an, erſtere zur Seite der Luken, letztere von den Maſtſchlingen ausgehend, um die Beanſpruchung der Schlingen durch die Maſten auf die Schiffswand zu übertragen. Im Bug und Heck laufen die Deckſplanken auf die Waſſergangsplanke auf und werden die ſcharfen Enden zum beſſeren Dichten abgeſchrägt.

Die Außenhautbeplankung hat in der Hauptſache den Anforderungen einer vollſtändigen Dichtung gegen den Waſſerdruck zu entſprechen; zur Verſtärkung des Längsverbandes kann ſie nur in unteren und oberen Gängen herangezogen werden, da die Biegungsbeanſpruchung das Oeffnen der Plankennähte bezw. das Austreiben des Wergs begünſtigt. Die Außenhautplanken werden aus eichenen Stämmen geſchnitten und erhalten rechteckigen Querſchnitt. Ihre Stärke iſt verſchieden, je nach der Lage am Spantumfang (Fig. 5). Am ſtärkſten wählt man die Kielplanken; dieſelben erhalten eine unregelmäßige Querſchnittsform, entſprechend der Kielſponnung, und werden mit dem Kiel kantweiſe verbolzt (Fig. 2). Die Seiten der ſtärkeren Kielgangsplanken werden eingefalzt, damit die Dichtnaht nicht mit den Bolzen in Berührung kommt. Die in der neutralen Achſe, alſo in der Nähe der Waſſerlinie liegenden Planken, die Berghölzer, ſind gleichfalls ſtärker gehalten, um durch eine tiefere Dichtungsnaht der Beanſpruchung auf Schub beſſer begegnen zu können. Auch bieten die ſtärkeren Berghölzer beſſeren Schutz gegen lokale Beanſpruchungen von außen durch Eisſchollen, Wrackſtücke u. ſ. w., zu welchem Zweck ſie bisweilen mit einer dünnen Spikerhaut benagelt werden. Ferner ſind die Schergangsplanken oder die Farbegänge, welche die Außenbeplankung am Oberdeck abſchließen, ſtärker bemeſſen, um die dort am ſtärkſten auftretenden Zug- und Druckſpannungen aufnehmen zu können; dieſelben müſſen daher auch vollkommen aſtfrei ſein. Die Zahl der Plankengänge richtet ſich nach dem Umfang des Hauptſpantes und der Breite der Planke, 200—360 mm. Da die Spantumfänge nach vorne und hinten erheblich kürzer werden, können nicht alle Gänge bis zum Steven durchlaufen, da ſonſt die vorderſten Planken zu ſchmal aus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fallen würden. Man läßt daher vereinzelte Gänge vorher aufhören — verlorene Gänge oder Splißgänge; anderseits kann es bei breiten Hecks erforderlich werden, neue Gänge einzuschieben — eingeschobene Gänge. Besondere Sorgfalt ist auf ein gutes Verschießen der Stöße zu legen. Dieselben sind stets auf einem Spant anzuordnen.

Zum Abschluß des Raumes zwischen Außenhautbeplankung und Wegerung sowie der Hirnenden der Auflangerhölzer dient der Schandeckel; derselbe wird auf dem Wassergang des Oberdecks befestigt und besteht bei größeren Schiffen aus zwei Breiten. Die äußere Kante steht meist über den Farbegang vor und erhält eine Abrundung. Bei geteiltem Schandeckel nennt man den außenliegenden Teil meist Schandeckelleiste. Der Schandeckel wird durchbrochen durch die Relingstützen, welche im Schandeckel abgedichtet werden. Besitzt das Schiff Back und Campagne, so liegt der Schandeckel entsprechend höher. Bei Kriegsschiffen bildet er meist zugleich den unteren Drempel der Geschützpforten sowie der Fallreepspforten.

Das Schanzkleid bildet gewissermaßen die Fortsetzung der Außenhaut nach oben. (Fig. 10). Es besteht aus kiefernen Brettern, welche an den Relingstützen befestigt sind. Zum Abfließen von überkommenden Seen erhält das Schanzkleid auf jeder Bordseite mehrere Sturzpforten. Den Abschluß des Schanzkleides nach oben bildet die Relingleiste, eine an beiden Seiten abgerundete Planke, welche mit den Relingsstützen verzapft ist. Bei größeren Segelschiffen erhält die Relingsleiste noch einen weiteren Aufsatz, die Oberreling oder Monkeyreling, welche wie das Schanzkleid, jedoch in verjüngtem Maßstab gebaut wird und im Bereich der Ladeluken sowie beim Fallreep u. s. w. zum Wegnehmen eingerichtet ist (Fig. 10). Bei Kriegsschiffen bildet der Finknetzkasten oder Hängemattskasten, ein rinnenförmiger Kasten zum Verstauen der Hängematten, den oberen Teil des Schanzkleides. — Zur Verbindung der einzelnen Bauhölzer benutzt man Durchbolzen, Stumpfbolzen oder Hackbolzen, Spieker, Nägel und Schrauben sowie unter Wasser Holznägel. Die Durchbolzen, in Verbindung mit Zylinderzapfen oder Dübeln, finden die weiteste Verwendung. Die Zahl der Bolzen hängt von der Breite der Außenhautplanken ab, und man unterscheidet einfache, doppelte und gemischte Befestigung, je nachdem auf jedem Spant oder auf jedem zweiten Spant ein bezw. zwei Bolzen geschlagen werden. Die Durchbolzen werden an dem Fußende über einen Klinkring verklinkt. Das Material der Bolzen ist Eisen oder Kupfer, und zwar sind letztere im Bereich des metallenen Bodenbeschlags bedingt; man nennt alsdann das Schiff kupferfest. Die übrigen Verbandteile können durch eiserne Bolzen verbunden werden. Die Befestigung der Decksplanken erfolgt mittels eiserner, verzinkter Spieker oder Stumpfbolzen, die so tief geschlagen werden, daß sie durch einen hölzernen, in Bleiweiß getauchten Deckspfropfen bedeckt werden können. Bei eisernen Balken verwendet man eiserne, verzinkte Schraubbolzen, deren Kopf gleichfalls zur Aufnahme eines Deckspfropfens versenkt wird und welche von unten durch eine Mutter fest angezogen werden.

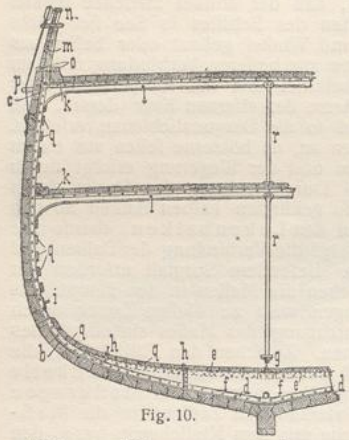


Fig. 10.

a Kielgang. *b* Kimmgang. *c* Farbegang. *d* Außenspanten. *e* Innenspanten. *f* Bodenwrange. *g* Mittelkielschwein. *h* Seitenkielschwein. *i* Kimmstringer. *k* Decksstringer. *l* Decksbalken. *m* Schanzkleid. *n* Oberreling. *o* Schandeck. *p* Rüst. *q* Wegerung. *r* Decksstützen.

Die Schwierigkeiten, welche die Beschaffung von gesunden Krummhölzern zum Bau der Spanten im Laufe der Zeit verursachten, legten bald nach Einführung des Walzeisens den Gedanken nahe, die Spanten ähnlich, wie es teilweise schon mit den Balken und Balkenknien geschehen war, aus Eisen herzustellen, zumal der konstruktive Wert der Holzspanten durch die Zusammensetzung derselben aus vielen Teilen ein geringer war. Anderseits war die Beibehaltung der hölzernen Außenhaut wegen der bequemen Befestigung eines metallenen Bodenbeschlages von großer Wichtigkeit, und so entstand der sogenannte

Kompositbau.

Er bildet einen Uebergang zum Eisenschiffbau, und zwar bestehen in der Hauptsache die inneren Verbandteile, als Spanten, Balken, Kielschweine, Diagonalbänder, Stringer u. s. w., aus Eisen, während die äußeren auf Dichtigkeit wirkenden Bauteile, wie Kiel, Außenhaut und Decksbeplankung, aus Holz verbleiben (Fig. 10) [2], [6], [11]. — Zur Verstärkung des Längsverbandes sowie zur Aufnahme der Schubspannung treten an den am meisten beanspruchten Teilen, und zwar am Kiel, an der Kimm und an den Schergängen, Plattengänge hinzu, welche mit den eisernen Spanten vernietet und untereinander mit eisernen, auf den Spanten vernieteten Diagonalschienen verbunden sind. Ferner werden die Enden der Decksbalken durch die sogenannten Stringerbleche miteinander und durch die Stringerwinkel mit den Spanten verbunden, so daß ein vollständig eisernes Gerippe entsteht, welches als Auflage für die hölzerne Außenhaut- und Decksbeplankung dient. Auch die Steven suchte man durch entsprechende eiserne Konstruktionen zu versteifen. Besondere Schwierigkeiten verursacht jedoch die Befestigung der Außenhautplanken auf den eisernen Spanten im besonderen bei Schiffen mit Kupferboden. Dieselbe erfolgt bis vier Fünftel der Schiffshöhe mit metallenen Bolzen und wird zum Anschrauben der zwischen je zwei Spanten anzuordnenden Plankenstöße eine kurze eiserne Platte eingeschaltet. Bisweilen wendet man eine doppelte Plankenlage an, von denen die innere mittels eiserner, verzinkter Schraubbolzen an den Spanten, die äußere durch metallene Holzschrauben an die innere Haut befestig wird. — Für größere Schiffe führte diese Bauweise dann dazu, den Schiffsrumpf ganz aus Eisen oder Stahl mit vollständiger eiserner Außenhaut zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fertigen und die Außenhaut bis etwa 1 m über der Waſſerlinie mit einer doppelten, neuerdings mit einer einfachen Holzhaut zur Befeſtigung des metallenen Bodenbeſchlages zu verſehen (Fig. 11). Der Hinterſteven wird dann ſtets aus Bronze gefertigt, während der Vorſteven aus Bronze oder aus Eiſen und Holz gebaut wird. Zur Iſolierung des metallenen Bodenbeſchlags von dem eiſernen Schiffsrumpf wird die innere Plankenlage von 80 mm ſtarken Teakholzplanken mittels verzinkter eiſerner Schraubbolzen befeſtigt, welche in mit Gewinde verſehene Löcher der eiſernen Außenhaut geſchraubt und innenbords durch Aufſetzen einer Mutter nebſt Scheibe und Hanfzopf geſichert und gedichtet werden. Die Bolzenköpfe, welche zum Einſchrauben einen Einſchnitt haben, werden in die Planken ſo weit verſenkt, daß ein mit Bleiweiß getränkter Holzpfropfen aufgeſetzt werden kann. Die äußere Plankenlage, von Lärchen-, Zypreſſen- oder Kiefernholz, wird alsdann derart mittels metallener Holzſchrauben auf der inneren befeſtigt, daß die Nähte der inneren Lage durch die Planken der äußeren gedeckt werden. Als Iſolierungsmaterial zwiſchen der inneren Holzhaut und dem eiſernen Rumpf ſowie zwiſchen beiden Holzlagen dient Marineleim und beſonders geteerter Filz. Es iſt naturgemäß die größte Sorgfalt zu beobachten, daß die metallenen Schrauben in die innere Lage nur auf etwa zwei Drittel der Plankendicke eindringen, da ſonſt leicht die Iſolation zerſtört wird. Neuerdings hat die Anwendung einer einfachen Holzhaut aus Teak, welche mittels metallener Bolzen am ſtählernen Schiffsrumpf befeſtigt wird, gute Reſultate ergeben. — Die Verwendung eines Bodenbeſchlages aus Zinkblech, welches auf einer einfachen, nicht abgedichteten Holzhaut befeſtigt wird, damit zwiſchen dem Zink und dem eiſernen Schiffsrumpf durch die Einwirkung des Seewaſſers ein galvaniſcher Strom entſteht, der das Zink mit einer Oxydſchicht verſieht, hat ſich nicht bewährt, da einesteils das Zinkblech beim Zerſetzen eine rauhe Oberfläche erhält, andernteils der galvaniſche Strom wegen des Schutzanſtrichs des Eiſens ſehr unbedeutend iſt.

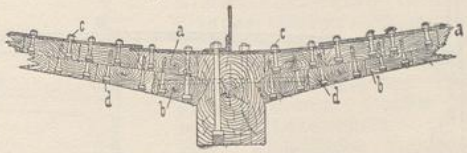


Fig. 11. *a* Innere Plankenlage. *b* Aeußere Plankenlage. *c* Eiſerner Bolzen. *d* Metallene Schrauben.

Der Eiſenſchiffbau

hat den bedeutenden Vorzug, daß alle Verbandteile, auch die Außenhaut und Decks, auf Feſtigkeit beanſprucht und demgemäß ausgenutzt werden können. Hierdurch ergibt ſich in der Hauptſache eine größere Feſtigkeit des Verbandes, größere Leichtigkeit der Bauweiſe und demnach ein größeres Tragvermögen des eiſernen Schiffes gegenüber dem hölzernen. Neben einem Gewinn an Tragfähigkeit bis zu 24% bleibt beim Eiſenſchiffbau wegen der geringeren Abmeſſungen der Spanten ein größerer innerer Stauraum für Ladung u. ſ. w. frei. Außerdem tritt für Eiſenſchiffe noch die größere Lebensdauer und größere Sicherheit gegen Feuer im beſonderen bei Kriegsſchiffen hinzu. Die anfänglich den eiſernen Schiffen nachgeſagten Mängel, geringe Sicherheit bei Leckagen und Havarien, unregelmäßige Ablenkung des Kompaſſes durch die Eiſenmaſſen des Schiffes ſowie das Bewachſen des Schiffsbodens, ſind durch Einführung der waſſerdichten Schotte durch John Laird und des Doppelbodens durch Brunel ſowie durch ſachgemäße Konſtruktion und Kompenſation der Kompaſſe und durch Verbeſſerung der Bodenanſtriche (ſ. Anſtrich der Schiffe) zum Teil vollkommen beſeitigt, zum Teil erheblich gemildert. — Der Längsverband der eiſernen Schiffe wird durch die Kielverbindung, die Kielſchweine und Längsſpanten, durch die Außenhaut, den Doppelboden ſowie die eiſernen Decks aufgenommen, während die Querſpanten nebſt Bodenwrangen und Balken ſowie die Querſchotte den Hauptquerverband darſtellen. Je nachdem nun der Längs- oder Querverband durch ununterbrochene Durchführung der Bauteile bevorzugt wird, ſei es mit Bezug auf Erzielung großer Feſtigkeit, ſei es mit Rückſicht auf eine billige und praktiſche Bauausführung, unterſcheidet man die Bauweiſen nach dem Längsſpanten- bezw. Querſpantenſyſtem.

Das **Querſpantenſyſtem** lehnt ſich am meiſten an den Holzſchiffbau an und iſt daher die ältere Bauweiſe. Es findet noch heute wegen der billigeren Ausführung vorzugsweiſe für Handelsſchiffe Verwendung, während das zuerſt beim „Great Eaſtern“ in ausgedehnteſtem Maße zur Anwendung gelangte Längsſpantenſyſtem hauptſächlich im Kriegsſchiffbau eingeführt iſt (ſ. Panzerſchiff, Panzerdeckſchiff [2], [9], [12], [13], [21], [23]). Den Hauptverbandteil beim Querſpantenſyſtem bilden die Querſpanten, welche in Entfernungen von 400 bis 700 mm voneinander je nach Größe des Schiffes angeordnet werden. Sie beſtehen aus dem äußeren Spantwinkel ſowie dem inneren oder Gekehrtſpant, welche Rücken an Rücken vernietet ſind und im Boden durch das Bodenwrangenblech verſtärkt werden. Der äußere Spantwinkel erhält die Krümmung der Spantform und dient zur Befeſtigung der Außenhautplatten; das Gekehrtſpant läuft im oberen Teil mit dem Außenſpant parallel und ſchließt ſich im unteren Teil der oberen Kante der Bodenwrange an. Er dient zur Befeſtigung der Längsträger und der Wegerung. Der eine Schenkel der Spantwinkel weiſt daher ſtets querſchiffs, während der andre der Schiffsform entſprechende Schmiege erhält. Die Winkel müſſen daher nicht allein nach den Spantformen gebogen, ſondern die Schenkel der Winkel müſſen entſprechend der Schmiege zu einem ſtumpfen Winkel erweitert werden. Zu dieſem Zweck werden die Spantwinkel in beſonderen Glühöfen rotwarm gemacht und auf beſonderen gußeiſernen Richtplatten gebogen und geſchmiegt. Seitdem dieſe Arbeitsausführung durch Verbeſſerung des Eiſenmaterials ſowie durch die handwerksmäßige Uebung der Schiffbauer ſich ſtetig vereinfacht hat, iſt man zu leichteren und konſtruktiv günſtigeren Spantprofilen, dem ⌐-Stahl und vor allem dem Z-Stahl, übergegangen. Dieſelben werden zur Verbindung mit den Bodenwrangenblechen am unteren Ende aufgeſchnitten und derart auseinander gebogen, daß der eine Schenkel an der äußeren, der andre an der inneren Kante der Bodenwrange entlang läuft. Die Außenſpanten reichen meiſt in einer Länge vom Kiel bis zum Oberdeck, die Innenſpanten laufen ununter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

brochen durch den Mittelkiel hindurch und werden abwechfelnd in der Kimm oder oberhalb derfelben geftoßen. Die Bodenwrangenbleche beftehen bei kleineren Schiffen aus einem Stück, bei größeren ftoßen fie am Mittelkiel ab oder erhalten abwechfelnd auf einer Seite desfelben einen Stoß. Zur Vervollftändigung des Querverbandes dienen die Decksbalken, welche aus Bulbftahl, T- oder [-Stahl nach der Decksbucht kalt gebogen werden und zur Verbindung mit den Spantwinkeln entweder angefchweißte Knie oder dreieckige Stützbleche von einer Höhe gleich zweieinhalbfacher Balkenhöhe erhalten (Fig. 12). Je nach der Höhe des Schiffsrumpfes verteilen fich die Balkenlagen auf verfchiedene Decks und erhalten meift einen Holz- oder Eifenbelag zum Stauen von Ladungen oder zur Herrichtung von Wohnräumen. Die Raumbalken erhalten bisweilen keinen Decksbelag. Die Balken werden in der Regel auf jedem zweiten Spant, alfo in Entfernungen von 1,0 bis 1,2 m, angeordnet; bei Decks mit vollkommen eiferner Beplattung baut man auf jedem Spant einen Balken ein, wählt dafür ein entfprechend fchwächeres Profil und verftrebt fie durch einen in der Längsfchiffsebene angeordneten Unterzug, an dem die Deckftützen befeftigt werden (Fig. 12). Die übrigen Balken erhalten einen bezw. zwei Deckftützen, die von Balken zu Balken reichen und im Raum auf dem Mittelkiel bezw. den Seitenkielfchweinen aufftehen. Die Begrenzungsbalken der Luken werden meift ftärker gewählt und müffen alsdann Längsfchlingen und halbe Balken vorgefehen werden, welche miteinander durch Winkelbleche, je drei Niete in jedem Schenkel, verbunden werden (Fig. 14). Die äußeren und inneren Spantwinkel, die Bodenwrangenbleche und Decksbalken werden meift zu ebener Erde zufammengelegt, vernietet und alsdann nacheinander auf der vorher hergerichteten und auf den Stapelklötzen gelagerten Kielplatte in der vorgefchriebenen Spantenentfernung aufgerichtet und abgeftützt. Steht das Schiff in Spanten und find die Steven gerichtet, fo kann auf der ganzen Schiffslänge mit dem Einbau der Längsverbindungen innenbords fowie der Außenhaut außenbords begonnen werden.

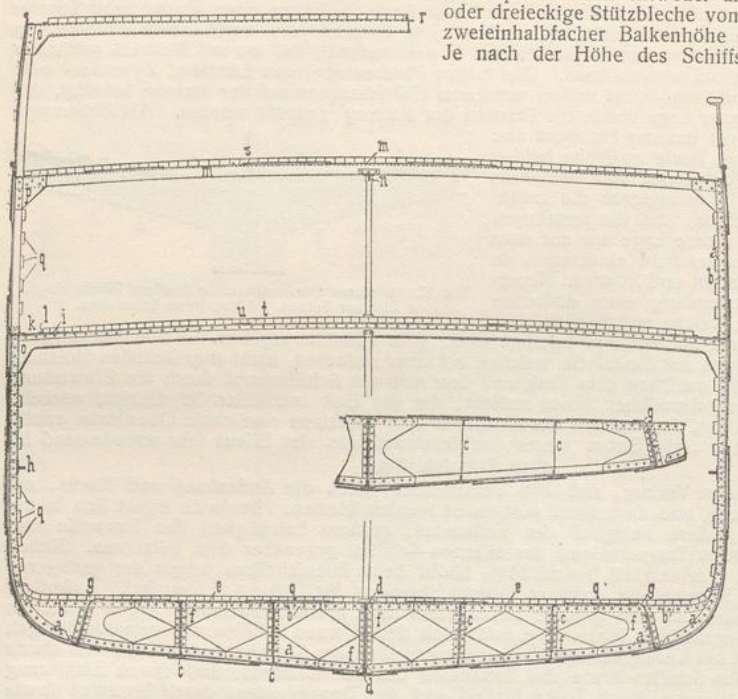


Fig. 12. *a* Außenfpant. *b* Innenfpant. *c* Längsfpanten. *d* Mittelkiel. *e* Innerer Boden. *f* Stützbleche. *g* Seitenplatte. *h* Seitenftringer. *i* Decksftringer. *k* Waffcrlauf. *l* Waffcrlaufswinkel. *m* Eifernes Deck. *n* Unterzug. *o* Balkenknie. *p* Stützblech. *q* Wegerung. *r* Brückendeck. *s* Oberdeck. *t* Zwifchendeck. *u* Längsband.

Als Kielverbindung verwendet man den maffiven Balkenkiel, welcher allein mit den gebördelten Kielplatten vernietet wird und innenbords durch das auf den Bodenwrangen vernietete Mittelkielfchwein in Doppel-I-Form oder als Kaftenkielfchwein ausgebildet verftärkt wird (Fig 13), oder den aus Flacheifen und der vertikalen Kielplatte zufammengefetzten Balkenkiel, welcher neben den Kielplatten auch durch den Mittelkiel einen foliden Verband mit den Bodenwrangen erhält (Fig. 14), oder fchließlich den Flachkiel (Fig. 12), beftehend aus einer einfachen oder doppelten Kielplatte mit aufgebogenen Rändern, welche durch doppelte Längswinkel mit der Mittelkielplatte verbunden wird. Die letztere reicht bis an die Oberkante der Bodenwrange oder fo weit über diefelbe hinaus, daß eine durchlaufende Trägerkonftruktion an derfelben vernietet werden kann, der Hohlkiel ift veraltet. Beim Balkenkiel fällt die vertikale Kielplatte fort oder fie wird nur in kurzen Stücken zwifchen den Bodenwrangen — Interkoftalplatten — ein-

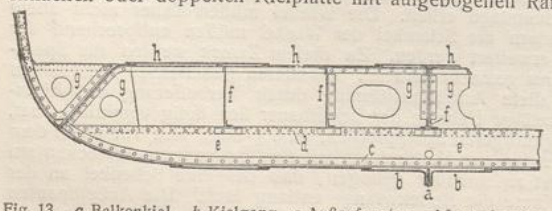


Fig. 13. *a* Balkenkiel. *b* Kielgang *c* Außenfpanten. *d* Innenfpanten. *e* Bodenwrange. *f* Längsfpanten. *g* Stützbleche. *h* Innerer Boden.

gebaut. Bei den übrigen Kielkonſtruktionen läuft die vertikale Mittelkielplatte meiſt ununterbrochen durch und ſtoßen die Bodenwrangen an denſelben ab, während die Spantwinkel dieſelben teilweiſe durchſchneiden. Die Seitenkielſchweine werden in der Regel als Interkoſtalkielſchwein — Zwiſchenplattenkielſchwein — gebaut, und die über die Bodenwrangen hinausreichenden Platten werden mit zwei durchlaufenden Stringerwinkeln garniert, während ſie mit der Außenhaut und den Bodenwrangen durch kurze Winkelſtücke vernietet werden. Die weiter nach oben gelegenen Kimmkielſchweine (Kimmſtringer) beſtehen meiſt aus zwei Rücken an Rücken vernieteten Stringerwinkeln, die eventuell zur weiteren Verſtärkung eine Bulbplatte zwiſchen ſich erhalten und mit den Gekehrtſpanten durch kurze Winkelſtücke verbunden werden.

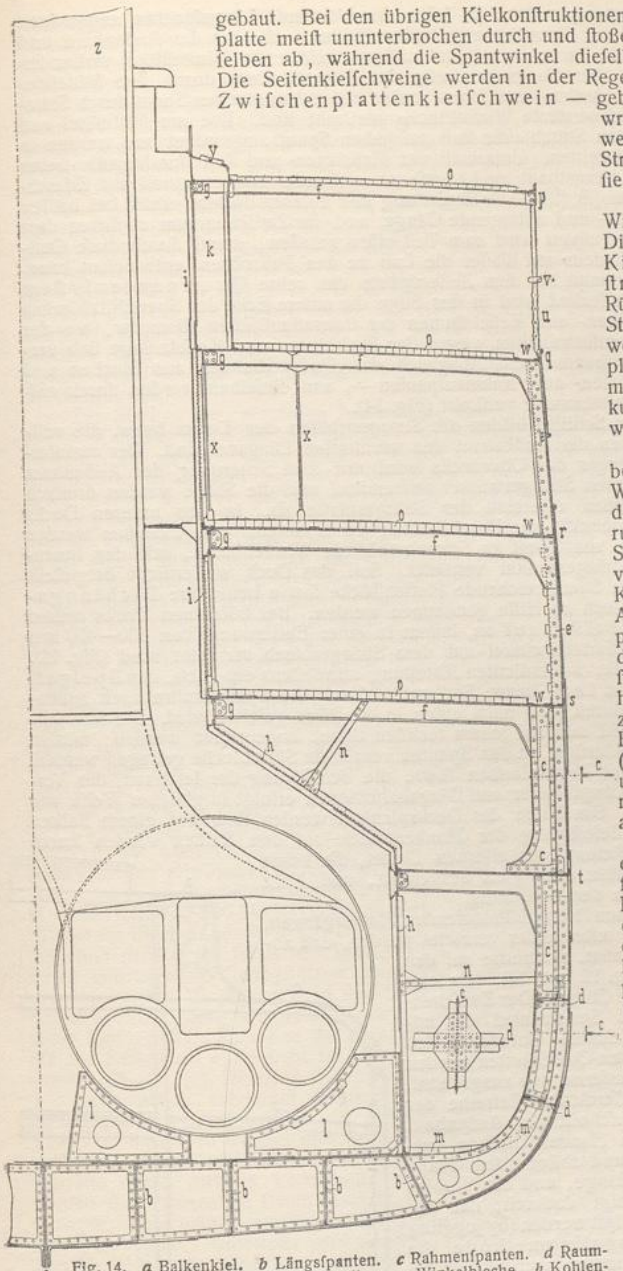


Fig. 14. *a* Balkenkiel. *b* Längsſpanten. *c* Rahmenſpanten. *d* Raumſtringer. *e* Querſpanten. *f* Decksbalken. *g* Winkelbleche. *h* Kohlenbunkerſchott. *i* Schornſteinmantel. *k* Lichtſchacht. *l* Keſſelträger. *m* Wegerung. *n* Streben. *o* Deckspanken. *p* Brückendeck. *q* Spardeck. *r* Hauptdeck. *s* Erſtes, *t* zweites Zwiſchendeck. *u* Geländer. *v* Relingleiſte. *w* Waſſergang. *x* Kammerſchotte. *y* Oberlicht. *z* Schornſtein.

Bei den größeren Schiffen, bei denen zur Aufnahme von Waſſerballaſt ſowie zur Sicherung des Schiffes bei Grundberührungen auf den größten Teil der Schiffslänge ein Doppelboden vorgeſehen wird, erfährt dieſe Konſtruktion eine weſentliche Aenderung dadurch, daß die Beplattung des Doppelbodens, alſo der innere Boden, als Verbandſtück mit herangezogen wird. Es haben ſich in der Hauptſache zwei Bauſyſteme herausgebildet. Bei der älteren Konſtruktion (Fig. 13) werden die Querſpanten unterhalb der Kimm von der möglichſt normal zur Spantkurve angeordneten, auf die Länge des Doppelbodens ununterbrochen durchlaufenden Seitenplatte durchſchnitten, um die Dichtung des Doppelbodens mit der Außenhaut durch den außen angeordneten durchlaufenden Winkel fachgemäß herſtellen zu können. Die Seitenplatte wird zum Ausgleich des unterbrochenen Querverbandes durch Stützbleche mit den Bodenwrangen einerſeits und mit den oberhalb des Doppelbodens anſetzenden Querſpanten anderſeits verbunden. Bisweilen wird noch ein die Tankdecke mit den Gekehrtſpanten verbindender Plattengang hinzugefügt. Zur Stützung des Doppelbodens werden auf den Bodenwrangen beſondere Längsträger von ſolcher Höhe aufgeſetzt, daß der Doppelboden zugänglich wird. — Dieſe Konſtruktion, bei welcher der Querverband der Spanten aufrecht erhalten iſt, findet vorzugsweiſe in den Fällen Anwendung, wo der Doppelboden ſich nur über einen Teil der Schiffslänge, wie z. B nur unterhalb des Maſchinen- und Keſſelraumes, erſtreckt.

Das neuere, ſogenannte Zellen- oder Bracketplatefyſtem (Fig. 12 und 14), bei dem der innere Boden mit der Bodenbeplattung durch den Mittelkiel ſowie durch Längsſpanten zu einem Kaſtenträger ausgebildet iſt, findet wegen ſeiner größeren Feſtigkeit trotz der teureren Bauweiſe bei den transatlantiſchen Dampfern allgemeine Anwendung, und der Doppelboden erſtreckt ſich dann ſtets über mindeſtens zwei Drittel der Schiffslänge. Zwiſchen dem Mittelkiel und der Seitenplatte des Doppelbodens, welche zur Verbindung mit dem inneren Boden meiſt

umgebördelt ist, sind in Entfernungen von 1,2—1,5 m durchlaufende Längsspanten angeordnet. Dieselben bestehen aus normal zur Spantkurve gestellten Platten, die mit der Außenhaut und dem inneren Boden durch je ein kurzes, von Spant zu Spant reichendes Winkelstück verbunden werden, während sie mit den über die ganze Breite des Doppelbodens durch den Mittelkiel ununterbrochen durchlaufenden Außen- und Innenspanten auf jedem zweiten Spant durch Stützbleche, Bracket plates, und vertikale Winkelstücke verstrebt sind. Die am Mittelkiel und an den Seitenplatten abstoßenden Stützbleche sind auf jedem Spant angeordnet und werden in der Regel aus einem Stück geschnitten. Unterhalb der Maschinen- und Kesselfundamente treten an Stelle der Stützplatten von Längsspant zu Längsspant reichende und eventuell mit Erleichterungslöchern versehene Platten [3], [24]. Die Beplattung des inneren Bodens erhält bei beiden Bauweisen längsschiffslaufende an- und abliegende Gänge, und der Zwischenraum zwischen dem abliegenden Gang und dem Innenspant wird zum Teil offen gelassen, damit durch diese Oeffnung beim Füllen des Doppelbodens mit Wasser die Luft zu den Peilrohren entweichen kann. Außerhalb des Doppelbodens kommt bei dem Zellensystem das reine Querspantensystem in Anwendung, und für den Wasserlauf wird in der Bilge die untere Ecke des Spantstützbleches weggeschnitten. In den Maschinen- und Kesselräumen der transatlantischen Dampfer, wo der Einbau von Raum- und Zwischendecksbalken wegen der Maschinen- und Kesselanlage sich verbietet, wird ein Teil der Querspanten zum Ausgleich des Querverbandes aus Blechen und Winkeln zusammengesetzt — Platten- oder Rahmenspanten —, und dieselben werden durch entsprechend hohe Raumstringer miteinander verstrebt (Fig. 14).

In den oberen Teilen des Schiffes bilden die Stringerplatten der Decks bezw. die vollkommen beplatteten Decks neben der Außenhaut den wichtigsten Längsverband. Der ununterbrochen durchlaufende Deckstringer des Oberdecks wird mit dem Schergang der Außenhaut durch einen durchlaufenden starken Stringerwinkel verbunden, und die Stöße werden dreifach vernietet. Die Spantwinkel stoßen unterhalb der Stringerplatte ab. In den unteren Decks erhalten die Stringerplatten Ausschnitte zur Durchführung der Spanten, und dieselben werden mit der Außenhaut durch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkelstücke, mit den Innenspanten durch durchlaufende Stringerwinkel vernietet. Soll das Deck wasserdicht hergestellt werden, so müssen von Spant zu Spant reichende Plattenstücke sowie besondere Dichtungswinkel bezw. Paßstücke aus Blech zu Hilfe genommen werden. Bei hölzernen Decks ordnet man an den Schiffseiten einen Wasserlauf an, indem in einer Entfernung von 300—400 mm von dem Stringerwinkel ein Wasserlaufswinkel auf dem Stringerblech vernietet wird (Fig. 12). In diesem Wasserlauf wird in jeder wasserdichten Abteilung mindestens ein Loch, das Speigat, eingeschnitten, durch welches das Leck- bezw. Spülwasser durch die Speigatrohre nach außenbords durch die Schiffwand hindurch oder nach unten in die Bilge geleitet wird. Die Stringerplatten der Raumbalken, die meist nur auf jedem sechsten Spant angeordnet werden, müssen zwischen den Balken durch konsolartige, an den Spanten vernietete Stützbleche getragen werden. Das Belegen der Decksbalken mit Decksplanken sowie die Befestigung der letzteren, das Verstreben der Decksbalken durch Längsbänder und Diagonalschienen erfolgt in gleicher Weise wie beim Holzschiffbau beschrieben. Die Stöße der Decksplanken werden stets auf einem Balken angeordnet, und zur besseren Befestigung der Plankenenden auf den Balken werden kurze Plattenstreifen vernietet. Die Nietung der eisernen Decks, die keine Holzbeplankung erhalten, wird stets oben glatt ausgeführt, und Naht und Stoßstreifen liegen unterhalb der Beplattung.

Die Außenhaut besteht aus längsschiffslaufenden Plattengängen, die durch Ueberlappung derartig miteinander vernietet werden, daß abwechselnd ein Gang auf den Spanten, der andre auf den anliegenden Platten aufliegt (Fig. 12 und 14). Es entstehen so an- und abliegende Gänge. Der Zwischenraum zwischen Außenhaut und Spantwinkel der abliegenden Gänge wird durch schmale Unterlagstreifen ausgefüllt, nur bei den wasserdichten Querschotten werden diese Füllstücke auf zwei Spantentfernungen ausgedehnt, um den durch die doppelte wasserdichte Nietreihe der Schottwinkel geschwächten Querschnitt der Außenhaut entsprechend auszugleichen. Im Handelsschiffbau verwendet man an Stelle der an- und abliegenden Gänge der Außenhaut nur anliegende Gänge, und die Verbindung der einzelnen Gänge erfolgt dadurch, daß die Ränder jedes zweiten Ganges gekröpft werden (by joggling the edges). Diese sogenannte Jogglingmethode, die nicht allein für die Außenhaut, sondern auch für Schotte und Decks Anwendung findet (Fig. 15), bietet den Vorteil, daß durch den Fortfall der Unterlagstreifen an Gewicht gespart und eine zuverlässigere Nietung auf Wasserdichtigkeit erzielt wird, da nur zwei Materialstärken zu verbinden sind [22]. Der Verlauf der einzelnen Plattengänge, der Plattenstrak, richtet sich nach der Schiffsform, da die Platten möglichst nur nach einer Richtung eine Krümmung erhalten dürfen, um unter der Blechwalze auf Form hingearbeitet werden zu können; anderseits muß man die Lage der Längsträger berücksichtigen, um zu vermeiden, daß die Nietreihen derselben die Ueber-

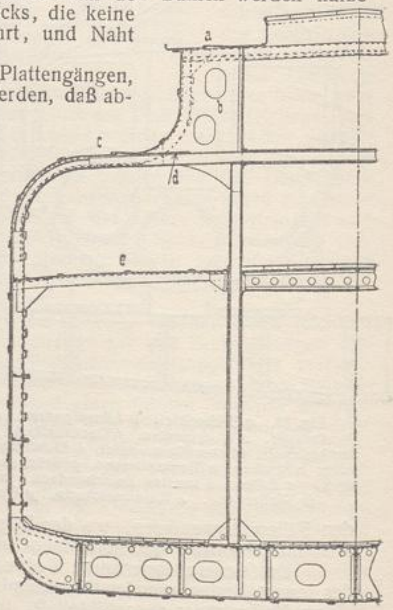


Fig. 15. *a* Turmdeck. *b* Rahmenspantplatte. *c* Hafendeck. *d* Deckstringer. *e* Zwischendeck.

lappungen der Außenhautgänge kreuzen. Um diese Gesichtspunkte besser berücksichtigen zu können, pflegt man die Platteneinteilung mit Längsnähten und Stößen auf einem Klotzmodell des Schiffes im Maßstab 1:25 neben den Querspanten, Längsspanten, Stringern und Decks aufzuzeichnen, und meist erfolgt durch Aufmaß an diesem Modell die Bestellung der Platten sowie der Spant- und Stringerwinkel. Für den Bau werden ferner nach dieser Platteneinteilung besondere Plattenabwicklungszeichnungen angefertigt. Im Vor- und Hinterschiff wurden bisweilen, ähnlich wie bei der hölzernen Außenhaut, verlorene bezw. eingeschobene Gänge vorgesehen. Die Stöße der Außenhautplatten müssen untereinander und mit den Hauptlängsverbänden des Schiffes sachgemäß verschießen; sie erhalten innenliegende Stoßplatten. Bei den neueren Schnelldampfern läßt man die Außenhautplatten nicht stumpf aneinander stoßen, um sie durch Laschen zu verbinden, sondern die vordere Platte wird an der hinteren Kante etwas abgebogen und überlappt die hintere Platte, die entsprechend an der vorderen Kante nach innen gebogen und auf die Breite der Längsnähte zugeschärft ist (Fig. 15 a). Diese Nietung wurde teilweise dadurch bedingt, daß bei den großen Blech- und Nietdicken das innenliegende Lasch für einen stumpfen Stoß so breit wurde, daß es zwischen den Spanten nicht mehr Platz fand; sie ergibt bei großer Festigkeit eine glattere Oberfläche als bei doppelten Laschen und eine erhebliche Gewichtsersparnis.

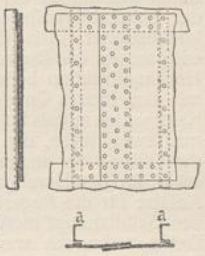


Fig. 15a. *a* Spanten.

Die Stärken der einzelnen Außenhautgänge sind nicht durchweg gleich; Kielgang und Schergang erhalten die größten Dicken und werden bisweilen gedoppelt. Neben diesen Gängen erfordern die Kimmgänge wegen ihrer exponierten Lage sowie die Gänge in der Nähe der neutralen Achse wegen der dort auftretenden größten Schubspannung eine Verstärkung gegenüber den übrigen Gängen, und es ist darauf zu achten, daß die anstoßenden Gänge zum Ausgleich der Spannungen nur wenig in der Dicke abweichen. Da die Außenhaut eiserner Schiffe bei Berechnung des Längsverbandes mit berücksichtigt wird, so ist es zulässig, um an Gewicht und Kosten zu sparen, die Plattengänge an den Schiffsenden zu verjüngen. Die Verminderung der Plattenstärke um 1—3 mm erstreckt sich meist auf das letzte Schiffsviertel vorne und hinten. An einzelnen Stellen, wie im Bug in der Wasserlinie sowie bei den Wellenaustritten und Wellenböcken im Achterschiff, behält man die Stärken mittelschiffs bei; im Achterschiff wählt man sogar stärkere Platten, um den Schiffsrumpf gegen die Vibrationen durch die Maschine widerstandsfähiger zu machen. Die Verbindung der Außenhautplatten mit dem Steven muß besonders sorgfältig ausgeführt werden. Man läßt alle Gänge an den Stevenflächen anliegen, und dementsprechend müssen die anliegenden Gänge auf die Breite der Längsnähte ausgeschärft werden. Bei kleineren Schiffen werden die Außenhautbleche an den Steven mit doppelter Kettennietung vernietet. Bei starken massiven Steven, im besonderen bei solchen aus Stahlguß, enden die Platten in einer Sponnung des Stevens und werden mittels Versenkschrauben befestigt (Fig. 16).

Der wasserdichte Abschluß der Außenhaut erfolgt durch Verstemmen der Längsnähte und Stöße von außen. Zu diesem Zweck müssen alle Platten an den Stößen und die abliegenden Gänge an den Längsnähten gehobelt werden. Das Schanzkleid, in einer Höhe von 600 bis 1400 mm, je nach Größe des Schiffes, besteht aus Blechen von 4—6 mm Dicke, die an der oberen Kante mit einer profilierten stählernen Relingsleiste garniert sind und durch geschmiedete Relingstützen nach dem Oberdeck zu abgestrebt werden. Im Schanzkleid sind Sturzpforten mit Klappen einzuschneiden. Bei Kriegsschiffen wird das Schanzkleid in seiner ganzen Höhe zum Bau der Finknetzkasten herangezogen, die aus Kästen mit wasserdicht schließenden Klappen hergestellt werden [2]—[4], [6], [9]—[11], [13], [20], [22], [24].

Die bisher erörterten Konstruktionen betreffen in der Hauptsache den mittleren Teil des Schiffsrumpfes. Nach den Schiffsenden zu werden nun meist besondere Bauweisen erforderlich, die teilweise durch die Schiffs- und Stevenformen, teilweise durch örtliche Verhältnisse bedingt sind. Im Bug werden die Spanten im Raum meist so scharf, daß die Bodenwrangen höher geführt werden müssen zur besseren Verbindung der Spanthälften. Anderseits wird der Spantumfang gegenüber dem Hauptspant so bedeutend geringer, daß ein Teil der Längsverbindungen nicht bis zum Steven durchgeführt werden kann. Der Mittelkiel wird entweder durch Rippen mit dem Vorsteven verbunden (Fig. 16) oder er hört am Kollisionsschott auf, um die Wasserdichtigkeit desselben nicht zu beeinträchtigen. Der Kimmstringer läuft meist bis zum Steven durch, und die Enden werden durch eine Stützplatte miteinander verstrebt. Im übrigen tragen die Decks mit entsprechender Beplattung zur Versteifung des Buges bei, was im besonderen bei Schnelldampfern von Wichtigkeit ist, da die im Buge oberhalb der Wasserlinie

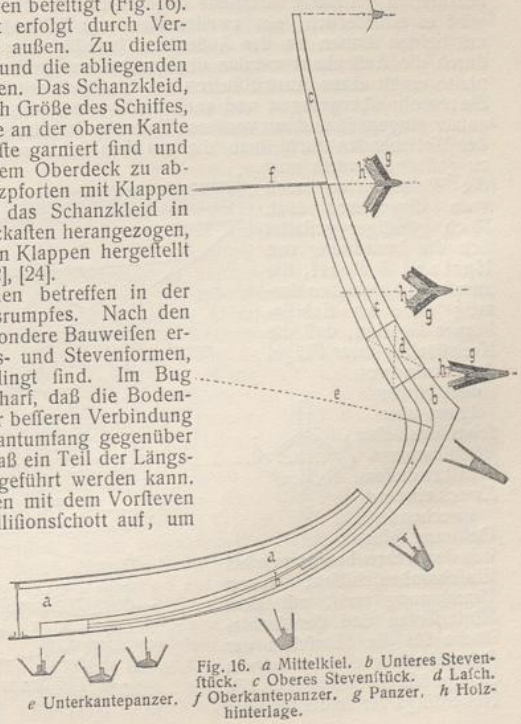


Fig. 16. *a* Mittelkiel. *b* Unteres Stevenstück. *c* Oberes Stevenstück. *d* Lasch. *e* Unterkantepanzer. *f* Oberkantepanzer. *g* Panzer. *h* Holzhinterlage.

faſt geraden Spanten beim Andampfen gegen die See leicht eingedrückt werden. Die Steven der Handelsſchiffe werden aus Stabeiſen gebogen bezw. geſchmiedet und entweder mit dem Balkenkiel oder der vertikalen Kielplatte durch Laſche vernietet oder beim Flachkiel am unteren Ende derart abgeflacht und verbreitert, daß ſie in die horizontale Kielplatte hineinpaſſen. Für Kriegsſchiffe, bei denen die Vorſteven wegen des Rammſporns (Fig. 16) ſowie des Unterwaſſerbugtorpedorohres, die Hinterſteven wegen der Anſchwellung für die Schraubenwelle und Anſätze für die Ruderöſen ſowie des Anſatzes für den Ruderkoker eine unregelmäßige Form erhalten müſſen, verwendet man vorzugsweiſe Faſſonſtücke aus Stahlguß, die zur Verbindung mit dem Mittelkiel ſowie den Decksbeplattungen entſprechende Angüſſe und zur Verbindung mit der Außenhaut Sponnungen erhalten [3], [13], [21], [23], [24].

Die Konſtruktion des Hinterſchiffes wird teilweiſe durch das weit ausladende Heck ſowie durch den Einbau der Schraube und des Ruders bei Einſchraubenſchiffen und durch die Lagerung der Schraubenwellenenden nebſt Schrauben bei Zwei- bezw. Dreiſchraubenſchiffen erheblich komplizierter. Die Hinterſteven von Raddampfern, Segelſchiffen ſowie Zweiſchraubenſchiffen entſprechen der Bugkonſtruktion, und der Hinterſteven wird aus Flacheiſen hergeſtellt. Die Heckkonſtruktion beſteht meiſt aus einem mit hoher Bodenwrange verſehenen Heckbalken, der mit dem letzten Querſpant ſowie mit dem Hinterſteven vernietet iſt und an welchem nach hinten Kantſpanten mittels Stützblechen befeſtigt ſind ([2], [3], [6], [24]). Bei Einſchraubenſchiffen verwendet man zwei Steven, den Schrauben- und den Ruderſteven, die unten durch die Hacke, oben durch die Gillung zu einem maſſiven Rahmen zuſammengeſchweißt werden. Der Schraubenſteven erhält für den Durchgang der Schraubenwelle eine Anſchwellung, der Ruderſteven entſprechende Anſätze für die Ruderöfen (ſ. Ruder). Beide Steven werden zur ſachgemäßen Verbindung mit dem Schiffsrumpf meiſt ſo weit ins Schiffsinnere hinaufgeführt, daß ſie mit den darüber liegenden Decks verbunden werden können. Die Heckkonſtruktion iſt dann mittels Heckbalkens am Ruderſteven angebaut. Bei Kriegsſchiffen ergeben ſich meiſt mit Bezug auf das Ruder (ſ. d.), das Balanceruder und die Panzerung beſondere Stevenformen. Bei Einſchraubenſchiffen müſſen zur Lagerung des Wellenrohrs, das vom Steven bis zum Stopfbüchſenſchott reicht, die hinterſten Spanten entſprechend ausgebaucht werden, und die Bodenwrangen, die auf dieſe Länge bis zu einer waſſerdichten Plattform hinaufgeführt werden, werden mit entſprechenden kreisrunden Oeffnungen verſehen. Bei den Zwei- und Dreiſchraubenſchiffen bietet die Lagerung der ſeitlichen Wellenenden mit den Schrauben beſondere Schwierigkeiten, da die Gefahr entſteht, daß das hintere Ende der Welle bei etwaigem Loſewerden der hinteren Schraubenböcke durch die Vibrationen des Schiffes wegſackt und hierdurch einen Wellenbruch veranlaßt. — Die Schraubenböcke werden aus Stahlguß gefertigt, von der Nabe gehen zwei Arme aus, von denen der untere mit dem entſprechend erweiterten Kielſtück des Hinterſtevens, der obere mittels Winkelſtücken an der durch Längsträger verſtärkten Außenhautbeplattung vernietet wird. Zur Entlaſtung der Nietbolzen erhält das Kielſtück einen horizontalen Steg, auf dem die Befeſtigungsflanſchen des unteren Armes aufliegen. Die Naben der Schraubenböcke erhalten eine mit Pockholzſtreifen gefütterte metallene Lagerbüchſe für die Schraubenwelle. Bei ſehr ſcharfen Schiffen wird es erforderlich, ein zweites Paar von Schraubenböcken weiter voraus anzubringen, die mit beiden Armen an der Außenhaut befeſtigt werden. Für die Durchdringung der Wellen durch die Außenhaut werden die Spanten entſprechend ausgebaucht, und die hintere Abſchlußplatte erhält einen Austrittſtutzen aus Stahlguß mit innerem Rohranſatz, über den das ſtählerne Stevenrohr übergezogen und verſchraubt wird, während das metallene Stevenrohr in den Rohranſatz eingepaßt und am vorderen Ende am Stopfbuchſenſchott verſchraubt wird Zur Entlaſtung der Wellenenden ſucht man die aus dem Schiffsrumpf herausragenden Enden möglichſt kurz zu geſtalten, indem man die Wellenmitten nach vorn divergieren läßt. Noch günſtiger geſtaltet ſich die Anordnung von Harland & Wolff, die zuerſt die Schrauben derartig nahe am Schiffskörper lagerten, daß die Kreisflächen ihrer Flügel ſich kurz vor dem Hinterſteven überſchneiden. Der Schiffsrumpf erhält zu dieſem Zweck eine entſprechende Oeffnung, ähnlich dem Schraubenrahmen bei Einſchraubenſchiffen, deren Umrahmung meiſt mit dem Hinterſteven und der Anſatzfläche für die Flanſchen der Schraubenböcke aus einem Stahlgußſtück beſteht (Fig. 17). Neuerdings vermeidet man bei

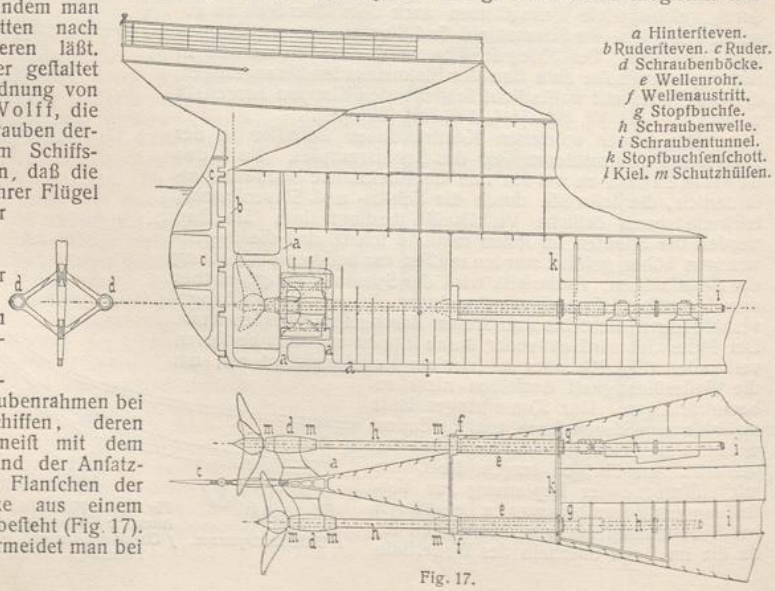


Fig. 17.

den größeren Zweischraubenschiffen die Wellenböcke und schließt die Schraubenwellen bis zu den Propellern durch entsprechende Ausbuchtungen der Außenhaut in den Schiffsrumpf ein. Diese Ausbuchtungen um die hinteren Wellenenden nennt man Wellenhosen (s. Fig. 18). Die Wellenhosen bieten den Vorzug, daß die Schiffswellen durch die Außenhaut vollkommen geschützt sind und vom Schiffsinnern aus jederzeit zugänglich bleiben; auch verursachen sie bei hohen Geschwindigkeiten einen geringeren Widerstand als die zur Lagerung der freitragenden Wellen erforderlichen Wellenböcke [13]. — Bei Dreischraubenschiffen werden die Konstruktionsarten der Ein- und Zweischraubenschiffe vereinigt. Die seitlichen Schrauben liegen jedoch erheblich weiter nach vorne, damit die mittlere Schraube in ihrer Wirkungsweise nicht beeinträchtigt wird (vgl. Ruder). Einzelne Konstrukteure legen die Achse der mittleren Schraube tiefer als die seitlichen, doch hat sich die Lagerung der drei Schrauben in gleicher Höhenlage ebenfalls gut bewährt (vgl. [2], [3], [5], [13], [22]).

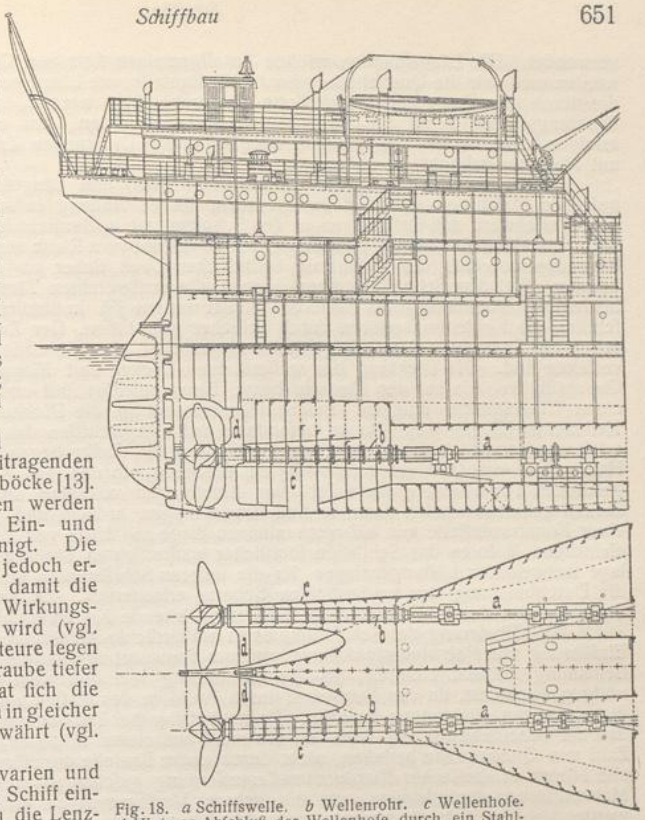


Fig. 18. *a* Schiffswelle. *b* Wellenrohr. *c* Wellenhose. *d* Hinterer Abschluß der Wellenhose durch ein Stahlgußstück.

Um bei größeren Havarien und Leckagen, bei denen das ins Schiff einströmende Leckwasser durch die Lenzpumpen nicht mehr gehalten werden kann, dennoch das Schiff über Wasser halten zu können und die Manövrierfähigkeit desselben nicht zu gefährden, ist eine sachgemäße und ausgiebige Gliederung des Schiffsrumpfes durch Querschotte in wasserdichte Abteilungen geboten. Von den Querschotten sind die an den Schiffsenden gelegenen von größter Wichtigkeit bei Kollisionen und Grundberührungen; sie heißen daher auch **Kollisionsschotte**, weil sie bei Beschädigungen des Buges und bei Leckagen des Wellenrohres bezw. der Piek das Eindringen des Wassers in die Laderäume verhindern. Das hintere Kollisionsschott trägt meist das vordere Ende des Stevenrohres mit der Stopfbuchse und heißt dementsprechend auch Stopfbuchsenschott. Des weiteren sind die Querschotte von Bedeutung, welche die Maschinen- und Kesselräume von den Laderäumen trennen. Sämtliche Querschotten müssen naturgemäß um ein Beträchtliches über die Wasserlinie hinausragen, damit sie auch dann noch von Wirksamkeit sind, wenn bei Ueberflutungen einzelner Abteilungen das Schiff wesentlich tiefer gesunken ist. Während bei den Handelsschiffen, im besonderen bei Frachtschiffen, die Zahl der Abteilungen wegen der Stauung der Ladungen sich auf ein Mindestmaß beschränken wird, ist für transatlantische Passagierdampfer vorgeschrieben, die Zahl der wasserdichten Abteilungen so zu bemessen, daß selbst beim Ueberfluten von zwei benachbarten Abteilungen das Schiff seefähig bleibt [14]. Bei Kriegsschiffen wird die Vermehrung der wasserdichten Abteilungen durch die Gefahr des Rammstoßes sowie des Torpedoangriffes noch mehr angestrebt, und neben den wasserdichten Querschotten treten auch wasserdichte Längsschotte, Wallgänge, Längsbunkerschotte, Kork- und Kofferdämme hinzu. Neben der Vermehrung der Sicherheit des Schiffes tragen die wasserdichten Schotte zugleich zur Verstärkung des Schiffsverbandes erheblich bei, teils zur Aufnahme lokaler Beanspruchungen, teils zur Verstärkung des Längs- und Querverbandes. Dieselben müssen daher in erster Linie wasserdicht hergestellt und derart versteift werden, daß sie einen Wasserdruck bis etwa 1 m über die Konstruktionswasserlinie ohne dauernde Durchbiegungen ertragen können; in zweiter Linie müssen sie auch imstande sein, die mannigfachen Zug-, Druck- und Schubspannungen aufzunehmen und zu übertragen [7], [8], [13], [22]. — Die Querschotte bestehen meist aus horizontal liegenden, stumpf aneinander stoßenden Plattengängen von 5—10 mm Dicke, die mit der Außenhaut durch doppelte Spantwinkel verbunden werden. Als Nahtstreifen und zur Versteifung dienen ⊥-Stahle, während auf der andern Seite vertikale Versteifungswinkel oder Z-Stahle in Entfernungen von 700—800 mm angeordnet werden. Die Anwendung von gewellten Schotten, die durch Zusammennieten von gekrümmten oder geflanschten, vertikal angeordneten Platten hergestellt werden und bei denen sämtliche Versteifungswinkel fortfallen, so daß dieselben erheblich leichter ausfallen bei gleicher Festigkeit gegen Durchbiegen, ist noch weniger allgemein, da sie mehr Raum längsschiffs beanspruchen und die wasserdichten Durchführungen schwieriger herzustellen sind [15]. Für Längsschotte werden sie mehrfach

verwendet. Die Längsſchotten reichen im allgemeinen ſtets von Querſchott zu Querſchott und werden meiſt wie die Querſchotte gebaut. Alle Bauteile, wie Längsſpanten, Stringer, Balken u. ſ. w., die durch die Quer- nnd Längsſchotte hindurchgeführt werden, müſſen durch entſprechende Dichtungswinkel derart mit den Schotten vernietet werden, daß eine waſſerdichte Stemmung erfolgen kann. In der Regel nimmt man bei dieſen Dichtungen Zwiſchenlagen von Drahtgaze, mit Mennige getränkt, zu Hilfe.

Durch die Einführung der waſſerdichten Quer- und Längsſchotte wird der Betrieb der geſamten Maſchinen- und Keſſelanlage ſowie die Verbindung zwiſchen den einzelnen Räumen derart erſchwert, daß Oeffnungen in den Schotten mit waſſerdicht ſchließenden Türen eingeführt ſind. Dieſelben ſind derart konſtruiert, daß ſie ſowohl vom Raum aus als auch von dem darüberliegenden oberhalb der Waſſerlinie befindlichen Deck ſicher und ſchnell geſchloſſen werden können. Auf den Schnelldampfern können die waſſerdichten Türen im Längsſchott zwiſchen beiden Maſchinenräumen als Falltüren benutzt werden [5]. In ähnlicher Weiſe werden auf Kriegsſchiffen die Kohlenbunkertüren durch Schieber geſchloſſen. Der Zugang zu den Doppelbodenzellen, Wallgängen u. ſ. w. erfolgt durch Mannlöcher, die mit waſſerdicht ſchließenden Deckeln verſehen ſind. Die Dichtung der waſſerdichten Deckel und Klapptüren erfolgt mit Hilfe von Gummiſtreifen, die auf den Deckeln bezw. Türen befeſtigt ſind und beim Schließen ſich gegen einen Winkelrahmen anlegen. Bei Schiebetüren erfolgt die Dichtung Metall auf Metall durch Keilflächen [2], [8], [13]. Da im beſonderen auf Kriegsſchiffen das Kommando „Schottendicht“ erfahrungsgemäß nicht ausreicht, um ſämtliche unter Waſſer liegenden waſſerdichten Türen bei Herannahen von Gefahren rechtzeitig zu ſchließen, ſo daß bei Kolliſionen durch die offengelaſſenen Türen eine größere Zahl von Abteilungen vollaufen und dadurch das Schiff zum Sinken gebracht werden kann, ſo ſind Einrichtungen erdacht und patentiert worden, um von einer Kommandoſtelle aus auf mechaniſchem Wege mit Hilfe von Preßwaſſerkolben oder durch elektriſche Motoren das Schließen ſämtlicher waſſerdichten Türen zu bewirken. Auch die Anlage ſachgemäßer Lüftungsanlagen für die unteren Schiffsräume macht bei Kriegsſchiffen meiſt die Durchbrechung der waſſerdichten Schotte erforderlich. Es werden alsdann waſſerdichte Schieber oder durch Waſſerauftrieb ſelbſttätig wirkende Kugelverſchlüſſe eingeſchaltet.

Die Gliederung des Schiffsrumpfes in waſſerdichte Abteilungen hat neuerdings durch die Einführung von **Petroleumtankdampfern** zum Transport von Petroleum ohne Gebinde beſondere Bedeutung inſofern erfahren, als die Ausführung von öldichtem Werk beſondere Bauweiſen nötig gemacht hat, da das Petroleum durch Auflöſen des Roſtes und der Dichtungsmaterialien die bisherigen Dichtungen beſeitigt. Es muß daher bei Tankdampfern darauf geachtet werden, daß die Scheidewände der Behälter, die meiſt aus einem Mittellängsſchott und einer größeren Zahl von Querſchotten beſtehen, nicht durch andre Bauteile durchbrochen werden, auch müſſen alle Nieten in dreifacher Nietdurchmeſſerentfernung geſchlagen werden und dürfen nur zwei Materialſtärken durchdringen, um ein ſicheres Verſtemmen zu ermöglichen. Die Querſchotte werden daher mit der Außenhaut ſowie dem Längsſchott nur mit einem Winkel verbunden und dafür durch Dreiecksplatten mit den hohen, an der Bordwand entlang geführten Seitenſtringern bezw. mit den Längsverſteifungen der Schotte verſtrebt. Letztere liegen mit den vertikalen Verſteifungs-Z-Stahlen auf einer Seite des Schottes. Die Unterlagplatten an den abliegenden Gängen werden ſo weit verſchmälert, daß ſie zwiſchen den Spantwinkeln an der Außenhaut verſtemmt werden können. Die Außenhaut, die zugleich als Tankwand dient, wird wegen der fortfallenden Raumbalken durch Rahmenſpanten und hohe Seitenſtringer derart verſteift, daß die Außenhautniete für die Längsfeſtigkeit möglichſt entlaſtet werden und die Oeldichtheit gewahrt bleibt. An die Endquerſchotten der Tanks ſchließt ſich meiſt ein ſchmaler Sicherheitsraum an, der, mit Waſſer gefüllt, als Waſſerkammer dient, um etwaiges Lecköl namentlich von dem im Hinterſchiff befindlichen Keſſelraum abzuhalten [5].

Zu vorſtehend erörterten Verbandteilen des Schiffskörpers treten nun bei Dampfſchiffen die Maſchinen- und Keſſelfundamente, die Wellenlager und Wellentunnels für Schraubenſchiffe, die Radkäſten für Radſchiffe ſowie der Schornſteinmantel hinzu, die dazu dienen, Maſchinen und Keſſelanlage mit dem Schiffskörper ſolid zu verbinden bezw. dieſelben zugänglich zu machen, und die derart gebaut ſein müſſen, daß ſie einesteils die Gewichte gleichmäßig auf den Schiffsrumpf übertragen, andernteils die Reaktionen der hin und her gehenden Maſſen der Maſchine aufnehmen. Im allgemeinen wird es ſachgemäßer ſein, dieſe Beanſpruchungen durch einen feſten gußeiſernen oder aus Stahlguß gefertigten Fundamentrahmen auszugleichen und das hierdurch erforderliche Mehrgewicht durch einen verhältnismäßig leichteren Bau des aus Blechen und Winkeln mit dem Schiffsrumpf vernieteten Maſchinenfundaments auszugleichen. Auch iſt beſonderer Wert darauf zu legen, das Fundament des Drucklagers, das beſtimmt iſt, den von der Schraube ausgeübten und durch die Welle übertragenen Schub aufzunehmen, durch eine ſtarre Verbindung mit dem Fundamentrahmen zu entlaſten. Der Wellentunnel, ein vom hinteren Maſchinenraumſchott bis zum Stopfbuchſenſchott reichender Tunnel, der zur Bedienung der Wellenlager erforderlich iſt, wird nach Art der Schotte aus Blechen und Winkeleiſen zuſammengebaut [3], [11], [13].

Die Radkaſten der Raddampfer umſchließen und ſchützen die obere Hälfte der Schaufelräder und ruhen auf den beiden Radkaſtenbalken, ſchweren Trägerkonſtruktionen, die bei größeren Radſchiffen von der Außenkante des einen Radkaſtens quer über das Schiff bis zur Außenkante des andern laufen und an dieſer Stelle die Decksbalken erſetzen. An den Enden werden dieſelben durch Längsbalken verbunden, auf denen die äußeren meiſt ſtählernen Seitenwände der Radkaſten vernietet und zugleich innerhalb derſelben die Lager für die Exzenter der beweglichen Schaufeln (ſ. Propeller) befeſtigt ſind. Die innere ſtählerne Radkaſtenwand wird mit dem Schergang vernietet und zur Verſtärkung desſelben herangezogen, da der Schiffsverband in der Gegend des Radkaſtens durch das faſt die ganze Schiffsbreite einnehmende Maſchinenluk ſowie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch den Durchgang der Schaufelradwelle durch den Schergang bedeutend geſchwächt iſt. Die Decke des Radkaſtens wird meiſt auch aus Blech gefertigt und ebenſo wie die Seitenwände durch Winkel verſteift. Der Radkaſtenrahmen wird nach vorn und hinten derartig durch einen in S-Bucht gebogenen Balken mit der Schiffswand verbunden, daß an ſeiner Außenkante ſowie an dem Längsbalken des Radkaſtens eine durchlaufende Scheuerleiſte zum Schutz des Radkaſtens beim Anlegen angebracht werden kann. Der Zwiſchenraum zwiſchen den S-förmigen Balken und der Schiffswand wird durch ein hölzernes oder ſtählernes Roſtwerk eingedeckt. Zur Montage der äußeren Radwellenlager werden innerhalb des Radkaſtens an der Außenhautbeplattung mittels Stützblechen kräftige Konſolen aus Blechen und Winkel angenietet und außerdem mit der inneren Seitenwand des Radkaſtens durch Dreieckbleche verſtrebt [3].

Die weiteren Bauteile des Schiffskörpers umfaſſen die unter dem Namen **Ausbau und Ausſtattung** zuſammenzufaſſenden Einrichtungen zum Transport und zum Stauen der Ladung, Kohlen, Munition und Materialien, ſowie zur Navigierung und Wohnlichkeit des Schiffes. Hierher gehören die Ladeluken mit ihren Süllen oder Scherſtöcken, die durch Lukendeckel zugedeckt und durch Perſennige mit Hilfe der Lukenſchalken gegen Eindringen von Seewaſſer dicht gemacht werden; ferner die Ladepforte am Bug, ſpeziell zum Laden von Langhölzern, die Kohlenbunker mit den Kohlenlöchern in den Decks und Kohlenpforten in der Außenhaut zum Einbringen und Lagern der Kohlen, die Kettenkaſten, Hellegats, Kabelgats u. ſ. w. Zur Navigierung dienen die Kommandobrücke nebſt Laufbrücke und bei Kriegsſchiffen die Kommandotürme, zur Wohnlichkeit Seitenfenſter und Ochſenaugen, Decksfenſter und Decksgläſer, Niedergangsluken mit Kappen und Treppen, Fallreepstreppen außenbords, Kabinen oder Kammern u. ſ. w. Für Handelsſchiffe kommen ferner noch hygieniſche Einrichtungen in Frage, und neuerdings ſpielen die Maßregeln gegen die Einſchleppung der Peſt durch Vernichtung der Ratten an Bord eine wichtige Rolle. Der Clayton-Apparat, welcher ſowohl als Feuerlöſchmittel als auch zum Töten von Ratten und Ungeziefer ſowie zum Desinfizieren dient, beruht darauf, daß man durch Verbrennen von Schwefel ſchweflige Säure erzeugt, die durch ein Gebläſe in die Schiffsräume gedrückt wird. Da dieſe Säure eine Reihe von Ladegütern verändert, ſo verwendet man in Hamburg zum Töten der Ratten Kohlenoxydgas, das in einem Generator als Generatorgas erzeugt wird, die Ladung nicht angreift und ſchon in kleinen Mengen ſicher tötet. Dieſe Anlage, die nicht allein das Kohlenoxydgas erzeugt, ſondern auch in die Schiffsräume einbläſt und ſpäter aus denſelben wieder entfernt, iſt zweckmäßig auf einem Prahm montiert, der jederzeit längsſeits des zu behandelnden Schiffes gebracht werden kann [25]. Bei Kriegsſchiffen treten noch Splitterſchotte für Kaſematten und gepanzerte Batterien ſowie Gefechtsgrätings in den Oeffnungen der Panzerdecks, Dämme für Celluloſe oder Kork- und Kofferdämme u. ſ. w. hinzu.

Für die **Beſtimmung der Materialſtärken** der Hauptverbandteile, insbeſondere der Schiffe der Handelsmarine, ſowohl im Holzſchiffbau als auch im Eiſen- und Stahlſchiffbau, haben ſich mit der Entwicklung des Schiffbaus und nach den beim Bau ſowie bei den Reparaturen gewonnenen Erfahrungen, vereinigt mit theoretiſchen Unterſuchungen, beſtimmte Grundſätze herausgebildet, die von den großen Klaſſifikationsgeſellſchaften, Engliſcher Lloyd in England, Bureau Veritas in Frankreich und auf dem Kontinent und Germaniſcher Lloyd in Deutſchland in beſtimmte Regeln und Tabellen zuſammengefaßt und normiert ſind, nach denen man für jede Schiffsgröße und jeden Schiffstyp im voraus die Materialſtärken feſtſetzen kann. Die Regeln dieſer Geſellſchaften ſtimmen in der Hauptſache darin überein, daß die Abmeſſungen der Querverbände von der Breite, der Tiefe und dem Umfang des Hauptſpantes abhängen, während die Längsverbände nach der für die Querverbände ermittelten Quernummer mal der Schiffslänge feſtgeſetzt werden. Für verhältnismäßig lange Schiffe treten noch beſondere Verſtärkungen der Längsverbände hinzu. Für die große Zahl der Dampfſchiffstypen, die ſich aus den verſchiedenen Vermeſſungs- und Freibordbeſtimmungen herausgebildet haben, erfahren die Vorſchriften beſondere Ergänzungen, die ſich in der Hauptſache nach der Anordnung und der Freibordhöhe des oberen Decks und Aufbauten richten [16]—[18], [22].

Mit Bezug auf die Anzahl, Freibordhöhe und Stärke der Bauweiſe der **Decks** unterſcheidet man folgende Arten. Eindeck-, Zweideck-, Dreideck- und Vierdeckſchiffe beſitzen ein, zwei, drei oder vier vollſtändige, vom Vor- bis zum Hinterſteven durchlaufende Decks. Das unterſte Deck beſteht eventuell nur aus einer Lage von Raumbalken. Iſt das oberſte Deck leichter konſtruiert, und bildet das zweite Deck mit Bezug auf die Materialverteilung das Hauptdeck — dasſelbe liegt dann etwa in Höhe der Waſſerlinie —, ſo nennt man das Schiff ein Spardeckſchiff. Wird das Hauptdeck in der Hauptſache zur Einrichtung von Wohnräumen für Paſſagiere benutzt und iſt das oberſte Deck noch leichter als das Spardeck gebaut — das Hauptdeck muß dann oberhalb der Waſſerlinie liegen —, ſo nennt man derartige Schiffe Sturmdeck-, Awningdeck- oder Hurricandeckſchiffe. Je nachdem nun das oberſte Deck verſchiedene Aufbauten erhält, und zwar in der Hauptſache bei Ein- und Zweideckſchiffen, ergeben ſich weitere Typen. Aufbauten im Bug heißen Back, ſolche mittſchiffs Brücke oder Brückendeck und ſolche im Achterſchiffe bis zum Heck reichende Quarterdeck, Hütte, Poop oder bei Kriegsſchiffen Campagne. Sind die Decks der Aufbauten nur in halber Deckshöhe über dem Oberdeck angeordnet, ſo daß dasſelbe durch die Aufbauten durchſchnitten wird, ſo nennt man die Aufbauten verſenkt. Das Quarterdeck wird meiſt als verſenkter Aufbau ausgeführt, während die Hütte oder Poop ſtets in voller Deckshöhe über dem Oberdeck liegt. Das Quarterdeck verdankt ſeine Entſtehung dem Umſtande, daß durch die größere Schärfe des Hinterſchiffs ſowie durch den Wellentunnel der hintere Laderaum im Verhältnis zum vorderen zu klein wird, während Back, Brückendeck ſowie Hütte in der Hauptſache zur Unterbringung der Wohnräume für die Beſatzung erforderlich werden. Für Dampfer mittlerer Größe bildet das Quarterdeck in Verbindung mit einem Brückendeck und einer Back mit Bezug auf die Lade-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fähigkeit einen sehr brauchbaren Typ; mit Bezug auf die Verbandstärke und durch den offenen Raum zwischen Brücke und Back, der durch überkommende Seen leicht gefüllt werden kann und dann für die Stabilität des Schiffes gefährlich wird, zeigt es wesentliche Mängel. Da je nach der Stärke des obersten Decks sowie der Zahl und Höhe der Aufbauten die Freibordhöhe bemessen wird, so ist es eine schwierige Aufgabe, mit Bezug auf ein möglichst großes Ladevermögen eine günstige Stabilität des Schiffes und möglichst leichte Bauweise desselben sowie mit Bezug auf eine kleine Vermessungsgröße den für den Reeder rentabelsten Schiffstyp von vornherein festzulegen [22].

Ganz abweichend von den Seeschiffen gestaltet sich der **Flußschiffbau,** bei dem als Haupterfordernis ein möglichst geringer Tiefgang bei großer Ladefähigkeit und demnach eine möglichst leichte Bauweise des Schiffsrumpfes in den Vordergrund tritt. Zur Erhöhung des Längsverbandes treten meist leichte Gitterträgerkonstruktionen hinzu, die auf dem Oberdeck aufgesetzt und mit den Seitenwänden verbunden werden, während der Schiffsboden möglichst widerstandsfähig gegen Beschädigungen bei Grundberührungen gemacht werden muß. Da der Schiffsboden zur Erzielung eines möglichst völligen Deplacements meist ganz flach verläuft, so wird derselbe auch bei stählernem Schiffsrumpf meist aus kiefernen Planken gefertigt, ähnlich dem Kompositbau, und auch der untere Teil der Schiffsseitenwand besteht aus einer auf hoher Kante stehenden Planke, der Brune, an welcher nach oben die stählerne Außenhaut verschraubt wird [19]. — S. a. Flußschiffahrt, Kettenschleppschiffahrt, Seilschleppschiffahrt.

Literatur: [1] Paasch, H., Vom Kiel zum Flaggenknopf, Antwerpen 1894. — [2] Brix, Der Bau eiserner Kriegs- und Handelsschiffe, Berlin 1876. — [3] Schlick, Handbuch für den Eisenschiffbau, Leipzig 1903. — [4] van Hüllen, A., Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau, Kiel 1888. — [5] Busley, C., Die jüngsten Bestrebungen und Erfolge des deutschen Schiffbaus; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1895. — [6] Thearle, Naval Architecture, London 1876. — [7] White, W. H., A Manual of Naval Architecture, London 1900. — [8] Welch, A Textbook of Naval Architecture, London 1907. — [9] Reed, Shipbuilding in iron and steel, London 1869. — [10] Thearle, The modern practice of Shipbuilding in iron and steel, London 1890. — [11] Hauser, Cours de construction du navire, Paris 1886. — [12] Fréminville, Cours pratique de construction du navire, Paris. — [13] Croneau, Construction pratique des navires de guerre, Paris 1894. — [14] Middendorf, Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft über wasserdichte Schotte für Post- und Passagierdampfer; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1897. — [15] Rieß, Eine neue Konstruktion von Schiffsschotten, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1893. — [16] Lloyd's Register of British and foreign shipping Rules and Regulations, London (jährlich). — [17] Bureau Veritas, Reglement für den Bau eiserner und stählerner Schiffe, Hamburg (jährlich). — [18] Germanischer Lloyd, Vorschriften für den Bau und die Ausrüstung von eisernen und stählernen Seeschiffen, Rostock (jährlich). — [19] Klepsch, Flußschiffbau, Weimar 1889. — [20] Watson, Th. H., Naval architecture, a Manual of laying off., London 1904. — [21] Attwood, E. L., War-ships, a textbook on the construction, protection, stability, turning of war vessels, London 1906. — [22] Walton, Th., Steel-ships, their construction and maintenance, London 1901. — [23] Callou, L., Cours de construction navale, Paris 1902. — [24] Bohnstedt, Praktischer Schiffbau, Hannover 1907. — [25] Nocht und Giemsa, Ueber die Vernichtung von Ratten an Bord von Schiffen, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, Berlin 1903, Bd. 20, Heft 2.

T. Schwarz.

Schiffbauhölzer (Schiffshölzer) werden je nach der Form und der Bearbeitung als Lang- oder Gradhölzer, Krumm- oder Buchthölzer, Bemastungs- oder Rundhölzer, Planken, Bohlen, Bretter und Spaltholz unterschieden.

Die Langhölzer, von 240 mm Stärke und darüber, sind scharfkantig und rechtwinklig bearbeitet und werden in möglichst großen Längen begehrt. Sie finden in der Hauptsache für Kielhölzer, Kielschweine, Kielgänge, Balkweger und Wassergänge Verwendung.

Die Krummhölzer werden aus krummgewachsenen Eichenstämmen ebenfalls in vierkantig bearbeiteten Stücken von 3—6 m Länge auf den Markt gebracht; sie müssen eine Bucht von mindestens 40 mm für den laufenden Meter besitzen und finden in der Hauptsache für die Spanthölzer Verwendung. Krummhölzer, die aus der Vereinigung eines Astes mit dem Stamm entstanden sind, nennt man Kniehölzer, wenn Ast und Stamm einen rechten oder stumpfen Winkel bilden, dagegen Gabelhölzer oder Bänder, wenn der Winkel ein spitzer ist. Dieselben finden als Steven- oder Balkenknie sowie als Bug- und Heckbänder Verwendung.

Die Masthölzer sind runde oder achtkantig beschlagene und möglichst lang und gerade gewachsene Baumstämme ohne größere Astlöcher; sie müssen große Leichtigkeit, Elastizität und Festigkeit besitzen. Stärkere Masthölzer, d. h. über 300 mm Durchmesser, nennt man Stämme, die schwächeren Spieren; bei ersteren darf der Durchmesser am Zopfende nicht kleiner sein als zwei Drittel des Durchmessers, gemessen auf ein Drittel der Länge vom unteren Ende, bei letzteren nicht weniger als die Hälfte des Durchmessers in der Mitte. Die Masthölzer werden zu Untermasten, Stengen, Raaen u. s. w. benutzt.

Die Schiffsplanken sind vierkantig beschnittene Hölzer von rechteckigem Querschnitt von 240—50 mm Stärke und 100—360 mm Breite. Sie müssen möglichst ast- und kernfrei sein und ohne Risse möglichst trocken zur Verwendung gelangen. Sind dieselben nicht scharfkantig besäumt, sondern besitzen sie noch Baumkante, so nennt man sie Bohlen. Die Planken bilden den Hauptbestandteil der hölzernen Außenhaut und Wegerung sowie der hölzernen Decks. Schwächere Planken von 10—45 mm Stärke werden als Bretter geführt und werden in der Hauptsache für die innere Einrichtung der Schiffe und Tischlerarbeiten gebraucht.

Das Spaltholz, durch Spalten des Holzes nach der Faser hergestellt, wird im Schiffbau in der Hauptsache für Inventarienstücke, wie Bootsriemen, Spillspaken, Hakenstangen, Hammerstiele, Faßstäbe verarbeitet. — Verwendet werden Hölzer von Ahorn, Buche, Eiche, Erle, Esche,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fichte, Greenheart, Hickory, Mahagoni, Nußbaum, Oregonfichte, Pitchpine, Rotbuche, Weißbuche, Yellowpine; ferner Pockholz, Spruceholz, Teakholz. Ueber die Eigenfchaften diefer Holzarten f. Nutzhölzer, Bd. 6, S, 684. *T. Schwarz.*

Schiffbaumaterialien zum modernen Schiffbau find hauptfächlich Stahl und Eifen, Kupfer, Bronze, ferner Nutzholz, Kork, Afbeft, Filz, Marineleim, Gummi u. f. w.

Die verfchiedenen Stahlmaterialien nehmen die erfte Stelle ein, da Schweißeifen — Schiffsketten ausgenommen — kaum noch zur Anwendung gelangt. Den Hauptbedarf bildet das Flußeifen, und zwar das bafifche Siemens-Martin-Flußeifen oder Siemens-Martin-Stahl; Thomas-Stahl findet im Handelsfchiffbau, ferner für untergeordnete Bauten Verwendung. Für komplizierte Formftücke des Schiffsrumpfes und der Schiffsmafchinen wird allgemein Stahlformguß verwendet, während Kurbelwellen und Schiffswellen fowie wichtige Schmiedeftücke aus Tiegelftahl und niedrig prozentigem Nickelftahl gefertigt werden. Hochprozentiger Nickelftahl mit etwa 25% Nickelgehalt wird als unmagnetifierbarer Nickelftahl im Kriegsfchiffbau in der Nähe der Schiffskompaffe vorgefchrieben, während gehärteter Nickelftahl zu Panzerplatten (f. Schiffspanzer) verarbeitet wird. Die Qualitätsnormen für Schiffbaumaterial aus Siemens-Martin-Flußeifen find nach den Vorfchriften der Kriegsmarinen und der Schiffsklaffifikationsgefellfchaften in den einzelnen Ländern mit Bezug auf Feftigkeit und Dehnung fowie Gütezahl faft gleich. Die Feftigkeit des Konftruktionsmaterials für den Schiffskörper fchwankt zwifchen 41 und 52 kg pro Quadratmillimeter, die Dehnung zwifchen 16 und 24%. Die höchften Feftigkeitsziffern weifen der Englifche Lloyd und die öfterreichifche Marine auf. Die größte Mannigfaltigkeit bieten die Vorfchriften der franzöfifchen Marine, welche nicht nur für die verfchiedenen Materialftärken, fondern auch für Bleche, Stoßbleche und Nahtftreifen, Winkel und Profile befondere Feftigkeits- und Dehnungsziffern angeben. Auffallend ift ferner, daß, während die deutfche und franzöfifche Marine für Winkel und Profile gegenüber den Blechen weiches Material vorfchreiben, der Englifche Lloyd mit der Feftigkeit der Winkel und Profile höher als bei Blechen geht. Die deutfche Marine hat ferner für beftimmte Bauteile innerhalb des Vertikalpanzers, für alle Aufbauten, Brücken, Schornfteine und Maften eine weiche Qualität von 34—41 kg pro Quadratmillimeter Feftigkeit und 21—25% Dehnung vorgefehen. — Als Stahlmaterial für die Schiffskeffel haben fich gleichfalls zwei Qualitäten eingebürgert, ein weicheres Material von 34—47 kg pro Quadratmillimeter Feftigkeit und 20—26% Dehnung für Feuer- und Bördelbleche und ein härteres Material von 35—50 kg pro Quadratmillimeter Feftigkeit und 20—30% Dehnung. Die Vorfchriften gehen hier weiter auseinander, da neben den Beftimmungen der Kriegsmarinen und der Schiffsklaffifikationen auch die polizeilichen und gefetzlichen Beftimmungen in den einzelnen Ländern zu beachten find. Diefe Mannigfaltigkeit der Vorfchriften ift für den Reeder gelegentlich der Regiftrierung und des Verkaufs von Dampffchiffen bisweilen nachteilig geworden.

Große Gleichmäßigkeit weifen die Qualitätsnormen für den Stahlguß auf, welcher durchweg nach dem Siemens-Martin-Verfahren gewonnen wird. Neben einer Feftigkeit von 40—60 kg pro Quadratmillimeter entfprechend einer Dehnung von 18—6% wird durchweg eine Fall- und Schlagprobe vorgefchrieben.

Die fchweren Schmiedeftücke wie Kurbel und Schraubenwellen, Kolben, Kolbenftangen, Pleuelftangen u. f. w. werden aus Blöcken von Siemens-Martin-Flußeifen oder Nickelftahl fowie aus Tiegelftahl gefertigt. Während für Flußeifen die Feftigkeit zwifchen 40 und 50 kg pro Quadratmillimeter bei 20—30% Dehnung fchwankt, geht man bei mittelprozentigem Nickelftahl auf 52—70 kg pro Quadratmillimeter Feftigkeit bei 18% Dehnung.

Die Qualitätsziffern für Bronze und Meffing fchwanken erheblich je nach der Legierung und dem Verwendungszweck, ebenfo für die fonftigen Materialien.

Literatur: [1] Schwarz und v. Halle, Die Schiffbauinduftrie, Berlin 1902. — [2] Reichsmarineamt, Materialvorfchriften der Deutfchen Kriegsmarine, Berlin 1905. — [3] Germanifcher Lloyd, Vorfchriften für den Bau und die Ausrüftung von eifernen und ftählernen Seefchiffen, Roftock (jährlich). — [4] Lloyd's Regifter of British and foreign Shipping, Rules and Regulations, London (jährlich). — [5] Bureau Veritas, Reglement für den Bau eiferner und ftählerner Schiffe, Hamburg (jährlich). *T. Schwarz.*

Schiffbauwerkftatt, f. Werft.

Schiffbrücken und fchwimmende Brücken, jene zu den beweglichen Brücken gerechneten Ueberführungen eines Verkehrsweges über ein Gewäffer, bei welchen der Ueberbau nicht auf feite, fondern auf fchwimmende Stützen gelagert ift.

Je nach der Bedeutung und dem Zwecke der Brücke werden zu den fchwimmenden Stützen bloß Fäffer, Flöße oder Blechzylinder [6], hölzerne oder eiferne Brückenfchiffe (Pontons) benutzt. Die älteren Schiffbrücken find ftets nur aus Holz hergeftellt worden, bei den neueren Ausführungen [3]—[5] finden wir zumeift eiferne Schiffe. Letztere find vollkommen gefchloffene Hohlkörper aus Eifenblech, die durch Querwände in waffердichte Einzelräume zerlegt werden. Die Formgebung der Brückenfchiffe muß derart fein, daß die entfprechende Stabilität gefichert ift und ein möglichft geringer Aufftau des Waffers ftattfindet. Der Ueberbau befteht bei den meift kleine Lichtweiten befitzenden älteren Schiffbrücken [1] aus einfachen hölzernen Streckbalken, auf denen ein einfacher oder doppelter Bohlenbelag ruht. Der Ueberbau geht nicht kontinuierlich durch, fondern die Brücke ift in einzelne Elemente oder Joche geteilt. Jedes Joch wird von zwei, zuweilen auch von drei Schiffen getragen. Die Streckbalken eines jeden Joches find mit den fie tragenden Schiffen feft verbunden. Am Zufammenftoß zweier Joche ift zwifchen

denſelben eine ſolche Verbindung anzubringen, welche bei entſprechender Elaſtizität die nötige Feſtigkeit beſitzt, um bei ungleicher Belaſtung der Joche einen Druck zu übertragen, dabei aber auch, beſonders bei den Durchlaßgliedern der Brücke, ein raſches Oeffnen und Schließen geſtattet. Man findet Keilverſchlüſſe (Schiffbrücke bei Spandau) oder eine Kupplung durch kurze Ueberlegbalken, ſogenannte Röddelbalken, die in eiſernen Bügeln mittels Druckſchrauben oder Keilen niedergepreßt werden (Schiffbrücke bei Maxau), in Verbindung mit Vorſteckriegeln oder Stellſchrauben (Pontonbrücke über die Düna in Riga) angewendet. Bei den neueren ausgeführten Schiffbrücken hat man die enge Stellung der Schiffe verlaſſen und den Ueberbau aus eiſernen Fachwerksträgern gebildet [3], [5]. Die Brückenſchiffe werden ſtromaufwärts verankert, aber auch ſtromabwärts iſt, um das Treiben durch Wind zu verhindern, jedes Joch an mindeſtens einen Anker zu hängen. Als horizontaler Kreuzverband zwiſchen den einzelnen Schiffen eines Joches dienen Kreuzſpannketten mit Spannvorrichtungen. Um Schiffe durchzulaſſen, werden ein oder mehrere Joche zum Ausfahren eingerichtet. Das Oeffnen des Durchlaſſes geſchieht, indem man nach Löſung der Verbindung mit den anſtoßenden Brückenjochen das auszufahrende Joch durch Abwinden der Verankerungskette von der Strömung ſo weit abwärts treiben läßt, bis es mittels des Steuers unterhalb der Brücke um das erforderliche Maß ſeitwärts gelenkt werden kann. Beſondere Einrichtungen erheiſchen die Brückenanfahrten, um die Neigung der Bahn den verſchiedenen Waſſerſtänden entſprechend zu regeln. Die einfachſte Anordnung beſteht in einer Plattform, die mit ihren Enden drehbar am Ufer und auf dem erſten Schiff und auf einer Seite auch horizontal verſchieblich gelagert iſt.

Literatur: [1] Dietz, W., Bewegliche Brücken, Handbuch der Ingen.-Wiſſenſch., Bd. 2, Brückenbau, 4. Abt., Leipzig 1907. — [2] Dietz, W., Bewegliche Brücken, Fortſchritte der Ingen.-Wiſſenſch., Bd. 2, Heft 5, Leipzig 1897. — [3] Prahmbrücke bei Küſtrin, Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 470. — [4] Pontonbrücke über den Hooghly in Kalkutta, Engineering, 1872, S. 338. — [5] Pontonbrücke über die Düna bei Riga, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 39. — [6] Schwimmende Fußgängerbrücke über die Einfahrt zum Moſel-Sicherheitshafen bei Koblenz, Zeitſchr. f. Bauweſen 1888, S. 497. — [7] Koſten von Schiffbrücken, Zentralbl. d. Bauverw. 1893, S. 83. — [8] Schulz und Fülſcher, Der Kaiſer-Wilhelm-Kanal, 1898; Ponton- und Prahmdrehbrücke. *Melan.*

Schiffchenſtickmaſchine, ſ. Sticken.

Schiffsanſtrich, ſ. Anſtrich der Schiffe.

Schiffsarmierung, ſ. Gefchützarmierung der Schiffe.

Schiffsbekohlung, ſ. a. Haufenlager, Kipper, Lokomotivbekohlung, Maſſentransport, Taſchen und [1]. An mechaniſchen Einrichtungen zum Löſchen (ſ. d.) und Laden (ſ. d.) von Schiffen kommen vor allem in Betracht Vorrichtungen, welche das Gut 1. von einem Schiff in ein andres oder 2. vom Schiff zum Speicher, Schuppen oder Lagerplatz bezw. umgekehrt oder 3. zwiſchen Schiff und Eiſenbahnwaggon oder Landfuhrwerk befördern. Eine der wichtigſten hierhergehörigen Aufgaben liegt in der Bekohlung von Seeſchiffen der Handels- wie auch namentlich der Kriegsflotte.

Bereits 1895 wurden von dem franzöſiſchen Dampfer „Richelieu“ während einer Fahrt von 6,5 Knoten in drei Stunden 100 t Kohlen mit dem Temperley-Förderer (Vertreter: Arthur Koppel, A.-G., in Berlin) aufgenommen; vgl. Krane für Maſſentransport, Fig. 16. Dieſe einfache Vorrichtung beſteht aus einem Träger (Fig. 1), der an einem Kranmaſt aufgehängt iſt und durch Flaſchenzüge in geneigter Lage gehalten wird, einer Laufkatze und einem Seil. Der Laufwagen (Fig. 2 und 3) kann ſich ſelbſttätig an verſchiedenen Stellen ſeiner Bahn zur Be- bezw. Entladung feſtſtellen. Dieſe Haltepunkte werden meiſt in 1,5 m Entfernung angeordnet; doch ſteht nichts im Wege, noch mehr ſolcher Stellen vorzuſehen.

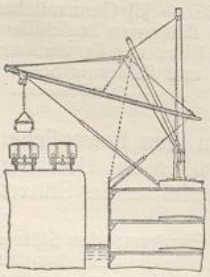


Fig. 1. Temperley-Kran.

Jede beliebige Trommelwinde iſt zum Heben der Laſt und zum Bewegen der Katze geeignet. Letztere kann auf dem Ausleger nicht verſchoben werden, bevor nicht Wagen und Laſt feſt miteinander gekuppelt ſind; umgekehrt findet eine Entkupplung erſt ſtatt, nachdem der Wagen feſtgeſtellt worden iſt, und nun iſt während des Hebens oder Senkens der Laſt keine Bewegung auf den Trägern möglich [2]. Fig. 2 zeigt den Wagen in der Halteſtellung, Fig. 3 in der für den Lauf eingerichteten Zuſammenſetzung. Die beiden Seitenſchilder der Laufkatze tragen eine Rolle *r*, über welche das Laſtſeil *l* zu der am Vorderende des Auslegers befindlichen Rolle und über weitere Rollen zu einer Winde geführt wird. Unmittelbar über dem Haken iſt am Laſtſeile ein Ball *b* befeſtigt, der beim Aufziehen zunächſt einen Sperrhebel *h* auslöſt, welcher in der Platte *p* drehbar gelagert iſt, und dann die letztere vermittelſt des Fingers *f* um den Rollenbolzen dreht,

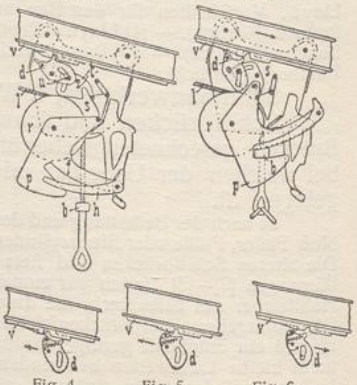


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Fig. 2—6: Temperley-Katze.

wobei er sich in den Ausschnitt der Platte legt. Infolge der Drehung von *p* tritt der daran befestigte Stift *s* in die Ausklinkung der Platte *u*, diese um ihren Festpunkt drehend. Mit Hilfe eines Stiftes *t* wird dadurch die Doppelplatte *d* so verschoben, daß ihr Zahn aus der Lücke der Anschlagleiste *v* heraustritt; es gehen also die einzelnen Teile aus der Lage der Fig. 2 in diejenige der Fig. 3 über. Die Katze ist nun ausgelöst und wird bei weiterem Anziehen des Seiles mit der Last nach links verfahren. Hierbei stößt die an der Zahnplatte *d* befestigte Federklinke gegen den nächsten Anschlag Fig. 4 und geht in die Lage der Fig. 5 über, ohne Einfluß auf die Zahnplatte auszuüben. Hat die Last die Ladestelle erreicht, was der Wärter an der Zahl der Anschläge der Federklinke berechnet, so läßt er das Seil ein wenig nach, die Katze läuft etwas abwärts, die Klinke stößt gegen den Anschlag (Fig. 6), die Zahnplatte *d* erfährt eine Drehung, so daß der Zahn in die Zahnlücke tritt, die einzelnen Platten werden zurückgedreht, und die Last kann gesenkt werden. Etwa 40—60 t/Stunden können auf diese Weise bewältigt werden [3], und man kann sogar ohne Schaden bei bewegtem Wasser, beim Rollen der Schiffe laden und entladen. Bei großer Einfachheit ist die Anordnung recht kräftig. Ein 18 m langer Ausleger, auf dem 3—3,5 t wiegende Stücke befördert werden können, wiegt mit allem Zubehör noch nicht ganz 2,7 t.

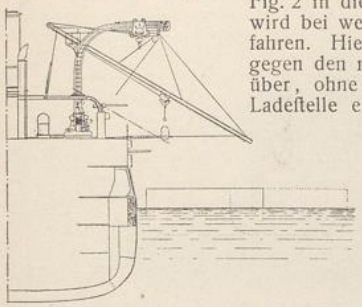


Fig. 7. Temperley-Kran des Kriegsschiffes „Massachusetts".

Die schräg hängenden Bäume können gedreht werden, um leichter überallhin gelangen zu können. Die größte Ausladung wird durch röhrenförmige Träger erzielt, an welche eine Schiene für die Laufkatze angehängt wird; es sind Bäume von über 25 m Länge ausgeführt. Allein die englische Flotte benutzt über 500 solcher Krane. Fig. 7 zeigt einen am Kran des Kriegsschiffes „Massachusetts" aufgehängten Förderer; er wird durch eine der Schiffswinden bedient und trägt bei 2,7 t Eigengewicht die gleiche Last. Die Ausladung über die Schiffswand hinaus beträgt 9 m, so daß aus einem 7,5 m entfernten Leichter noch Kohlen entnommen werden können.

Die vorhin erwähnten größeren Leistungen sind bei Stillstand der Fahrzeuge erfolgt. Dabei kann der Tragbaum in einem Kran des zu bekohlenden Kriegs- oder Handelsdampfers hängen, oder mit diesen Vorrichtungen ausgestattete Kohlenschiffe übernehmen sowohl das Heranbringen als das Ueberladen der Kohlen (Fig. 8); vgl. a. [4].

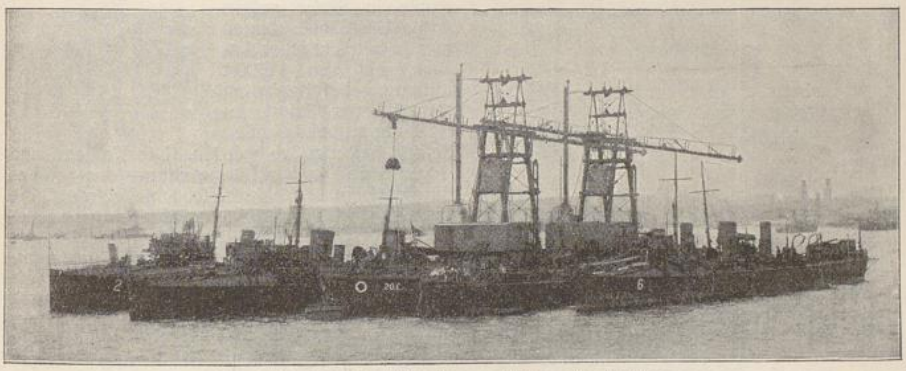


Fig. 8. Kriegsschiffsbekohlung mit Temperley-Schiffen.

In neuerer Zeit ist man nun (wie auf dem Lande, s. Speicher) dazu übergegangen, außer den Fördermitteln auch die Lagermittel für diesen Zweck mehr und mehr zu vervollkommnen, d. h. man hat **schwimmende Speicher** gebaut [5]. Die im folgenden beschriebene Anlage ist gebaut worden, um Schiffen der englischen Kriegsmarine eine schnelle Kohlenübernahme zu ermöglichen. Die unmittelbare Veranlassung hierzu gaben die besonderen Verhältnisse im Hafen und auf der Reede von Portsmouth. Der schwimmende Speicher besteht aus dem in Form eines großen Prahmes gebauten Schiffskörper, der auf der Werft von Swan & Hunter in Wallsend-on-Tyne hergestellt wurde, und vier an Deck auf einem Gleis verschiebbaren Türmen aus leichter Eisenkonstruktion, die mit Temperley-Verladevorrichtungen versehen sind. Alle Vorrichtungen werden durch Elektrizität angetrieben, die in einer am hinteren Ende des Prahmes unter Deck gelegenen Kraftstelle erzeugt wird. Fig. 9 gibt eine äußere Ansicht der Anlage, von deren bedeutendem Umfang man sich einen Begriff machen kann, wenn man den davorliegenden Dampfer beachtet, der trotz seiner recht ansehnlichen Größe von 7000 t gegenüber dem Speicher winzig aussieht. Der schwimmende Speicher hat keinen eignen Antrieb, da die Form des Schiffskörpers, bei der nur auf möglichst große Ladefähigkeit Rücksicht genommen ist, für eignes Manövrieren zu unbeholfen ist; zum Verholen wird daher stets die Hilfe von Schleppern in Anspruch genommen.

Die Einrichtung des Speichers ist aus den Fig. 10—12 ersichtlich. Der Innenraum ist durch sechs Querschotte in sieben Abteilungen zerlegt, von denen die fünf mittleren die Kohlen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

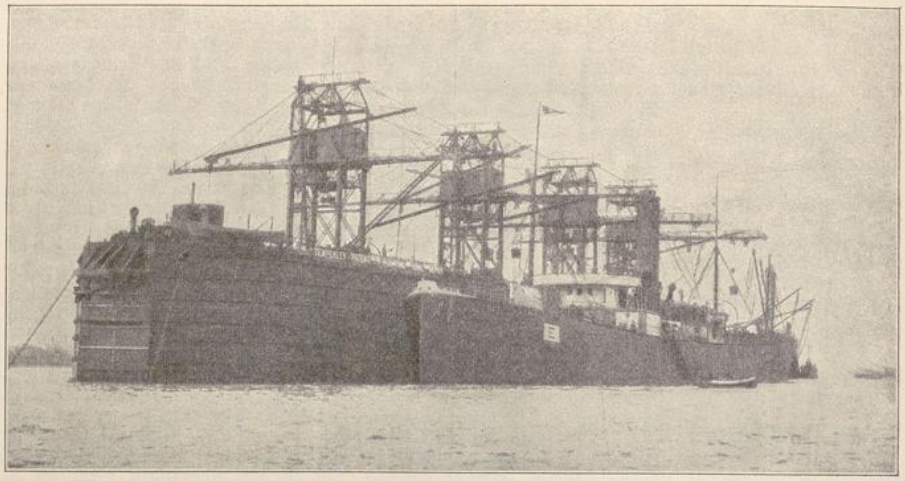


Fig. 9. Anſicht eines ſchwimmenden Kohlenſpeichers für 12000 t.

enthalten, während ſich an den beiden Enden die Räume für Mannſchaft und Gerätſchaften ſowie Keſſel- und Maſchinenraum der elektriſchen Anlage befinden. Der Schiffsboden iſt vollſtändig flach, die Seitenwände von vorn bis hinten ſenkrecht, Vorder- und Hinterteil prismatiſch geſtaltet. Ein Doppelboden erſtreckt ſich über die ganze Länge des Schiffes; darüber läuft in etwas über Mannshöhe ein Raum von Schott 1 bis 5 durch, in welchen die Fülltrichter hineinragen, aus denen die Kohle in Säcke gefüllt wird. Die Säcke können hier in beträchtlicher Anzahl, bis rund 1000 t Füllung, bereitgehalten werden, um ſofort an Bord der zu bekohlenden Schiffe befördert zu werden. Die Kohlenräume (Fig. 12) ſind in der Längsrichtung des Schiffes durch 2,74 m breite Mittelſchächte getrennt, die bis zum Deck durchlaufen und hier durch Lukendeckel geſchloſſen werden; die Schächte der verſchiedenen Abteilungen ſtehen nicht untereinander in Verbindung, weil man nicht die waſſerdichten Schotte durchbrechen durfte. Jede Abteilung hat zwei lange Deckluken, durch welche die Kohlenſäcke bequem nach oben geſchafft werden können. Aus den Pforten in der Höhe des Fußbodens werden die Säcke auf Handwagen in den Mittelgang geſchafft und von hier zu je ungefähr zehn Stück zuſammen an Deck und weiter in die zu bekohlenden Schiffe befördert.

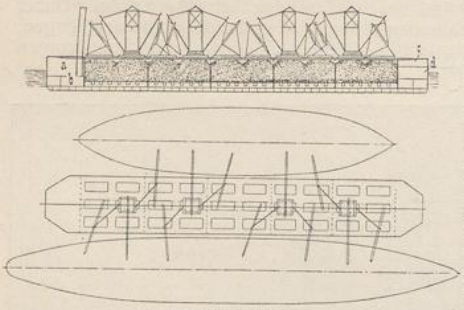


Fig. 10 und 11.

Fig. 10—12: Einrichtung und Ausrüſtung des Speichers. *a* Maſchinenraum. *b* Keſſelraum. *c* Mannſchaft. *d* Materialien.

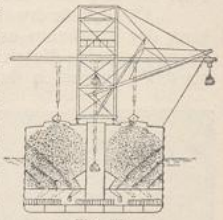


Fig. 12.

Beſonders bei Walliſer Kohle, die hauptſächlich in der engliſchen Kriegsmarine verwendet wird, die aber viel große Stücke enthält, war es bisher ſchwierig, die Trichter der Kohlenſchütten von Verſtopfungen frei zu halten, zumal wenn das Gewicht der darüberliegenden Kohlenmenge darauf drückte. Um dieſem Mißſtand abzuhelfen, hat die Temperley Co. in einiger Entfernung über den Trichtern ſchräge Platten angeordnet, die den Druck der Kohle aufnehmen und zugleich den zur Beſeitigung etwaiger Verſtopfungen angeſtellten Arbeitern Schutz gewähren. Die mit dem Trimmen von Kohlen in großen Räumen beſchäftigten Leute waren bisher immer der Gefahr ausgeſetzt, von den herabſtürzenden Maſſen verſchüttet zu werden. Die Fülltrichter ſind am unteren Ende durch von Hand bewegbare Schieber verſchließbar, ſo daß jeweils nur ein Sack gefüllt wird, der dabei mittels einer beſonderen Vorrichtung um den Hals des Trichters feſtgeſpannt wird. Da in jeder Abteilung auf jeder Seite des Mittelſchachtes 24 Trichter vorhanden ſind, ſo kann gleichzeitig eine große Anzahl Säcke gefüllt werden. Der ſich in den Füllräumen entwickelnde Kohlenſtaub wird mittels elektriſch betriebener Gebläſe durch zahlreiche Leitungen abgeſaugt und in beſondere Behälter geleitet. Außer den mittleren Luken, aus denen die Kohle entnommen wird, ſind auf beiden Seiten des Decks mitten über den Lagerräumen je zehn Oeffnungen angeordnet, durch die der Kohlenvorrat in ſehr kurzer Zeit aufgefüllt werden kann. Das aus Blechplatten zuſammengenietete Untergeſtell der Türme enthält die Antriebmotore zum Verſchieben auf dem in der Mitte des Decks verlegten Gleiſe. Jeder Turm ruht auf zwölf Rädern, die zu je dreien angeordnet ſind. Auf dem Untergeſtell erhebt ſich eine leichte Konſtruktion aus Profileiſen, welche oben das Führerhäuschen und zwei ſeitliche, je 6 m über die Bordwand hinausragende Ausleger trägt. Außerdem iſt in Spur-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lagern auf jeder Seite des Untergeſtelles in der Kielrichtung des Schiffes ein als Gitterträger ausgebildeter Ladebaum gelagert, der oben von zwei Flaſchenzügen gehalten wird und in verſchiedenen Höhen eingeſtellt werden kann. Jeder dieſer Ladebäume trägt einen der bekannten Temperley-Träger (ſ. oben). Die Leiſtung der Anlage beim Verladen von Kohle beträgt im ungünſtigſten Falle 500 t/Stunden, alſo etwas mehr, als zwei große Kriegsſchiffe in derſelben Zeit übernehmen können. Bei beſchleunigtem Betriebe, d. h. wenn ſämtliche Kohlentrichter bedient werden, können rund 700 t/Stunden abgegeben werden. Der Speicher hat ſich ſo gut bewährt, daß jetzt ſchon ein ähnlich eingerichtetes Fahrzeug für 20000 t Kohlen gebaut iſt [6].

Literatur: [1] Buhle, Maſſentransport, Stuttgart 1908, S. 354 ff. — [2] Berndt, Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 3. Abſchnitt. — [3] Engineer 1898, S. 252. — [4] Schwarz, T., Die Bekohlung der Kriegsſchiffe bezw. Der Leue-Apparat zum Bekohlen von Kriegsſchiffen in Fahrt, Jahrb. der Schiffbautechn. Geſellſchaft, Bd. 7, 1906, S. 446 bezw. 476; vgl. a. Glaſers Annalen 1908, II, S. 57 (Syſtem Felten, Guillaume, Lahmeyer). — [5] Kaemmerer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 126 ff.; ſ. ferner ebend., S. 792 ff. — [6] Ebend. 1907, S. 1922 (ſchwimmender Speicher von 20000 t [!]). *M. Buhle.*

Schiffsberechnung umfaßt die Ermittlung der Hauptdimenſionen des Schiffsrumpfes nach den mit Bezug auf Tragfähigkeit, Geſchwindigkeit, größten Tiefgang, Wohnlichkeit, Stabilität und Seefähigkeit geſtellten Anforderungen ſowie die Berechnung des Deplacements (ſ. d.), der Spant- und Waſſerlinienareale nebſt Schwerpunktslagen, der Schwimmlage ſowie der Anfangsſtabilität.

Die Hauptdimenſionen ſind: L = Länge des Schiffes, zwiſchen den Perpendikeln in der Konſtruktionswaſſerlinie (*CWL*) gemeſſen; B = größte Breite in der Konſtruktionswaſſerlinie, bei eiſerner Außenhaut auf den Spanten, bei hölzerner auf den Planken gemeſſen; T = mittlerer Konſtruktionstiefgang, d. h. die Tiefe in der Mitte der Länge von der Konſtruktionswaſſerlinie bei Eiſenſchiffen bis Oberkante, Balkenkiel oder Kielplatte, bei Holzſchiffen bis Außenkante, Sponung am Kiel gemeſſen; H = Seitenhöhe in der Mitte der Länge L, bei Eiſenſchiffen von Oberkante, Balkenkiel oder Kielplatte, bei Holzſchiffen von Außenkante, Sponung am Kiel bis Oberkante Hauptdecksbalken, an Bord gemeſſen. Zur Ermittlung der Hauptdimenſionen iſt einesteils die Feſtſetzung des Deplacements, andernteils die Wahl der Verhältniszahlen der Hauptdimenſionen ſowie der Formkoeffizienten erforderlich.

Das Deplacement des Schiffes ſetzt ſich im allgemeinen aus folgenden Gewichten zuſammen: 1. Gewicht des leeren Schiffskörpers; 2. Gewicht der Bemaſtung, Segel, Tauwerk P/kg; 3. Gewicht von Inventar und Material Q/kg; 4. Gewicht der Beſatzung nebſt Effekten, Proviant u. ſ. w. R/kg; 5. Gewicht der Frachtgüter oder der Ladung S/kg; bei Dampfſchiffen tritt hinzu: 6. Gewicht der Schiffsmaſchine nebſt Keſſel, Waſſer in den Keſſeln, Propeller, Hilfsmaſchinen und Reſerveteile; 7. Gewicht des Kohlenvorrats; bei Paſſagier- und Auswandererſchiffen ferner 8. Gewicht der Paſſagiere nebſt deren Effekten und Proviant; ſchließlich bei Kriegsſchiffen: 9. Gewicht der Geſchütze nebſt Munition, der Torpedoarmierung ſowie der Panzerung. Die Gewichte unter 1.—4. faßt man zuſammen als das Eigengewicht (tote Gewicht) des Schiffes; das Gewicht unter 5. heißt Tragfähigkeit oder nützliche Zuladung. Das Eigengewicht beſtimmt man meiſt im Verhältnis zum Deplacement, und dasſelbe iſt gleich 0,30—0,50 Deplacement, entſprechend der Bauweiſe und dem Schiffstyp. Bei Kriegsſchiffen umfaßt das Schiffskörpergewicht nur die Poſitionen 1. und 2. Bei Handelsſchiffen nimmt man das Eigengewicht zu 120—230 kg mal $L\,B\,H$ an. Das Gewicht unter 6. wird im Verhältnis zur indizierten Pferdekraft (*IHP*) feſtgeſetzt und ſchwankt zwiſchen 50 und 200 kg pro 1 *IHP*, entſprechend der Wahl des Maſchinen- und Keſſeltyps. Die Zahl der Pferdeſtärken wird überſchläglich nach der franzöſiſchen Formel angeſetzt: $IHP = V^3 \otimes : m^3$ (vgl. Schiffswiderſtand), $\otimes$ = Hauptſpantfläche $= B\,T \cdot \beta$, m ein Erfahrungskoeffizient = 3,4—4,0 und V = Geſchwindigkeit in Knoten (Seemeilen) pro Stunde. — Der Kohlenvorrat K ergibt ſich aus der Formel $K = d \cdot IHP\,c : V$, worin d der Aktionsradius in Seemeilen, c der Kohlenverbrauch pro indizierte Pferdeſtärke (0,65—1,0 kg) und V die Schiffsgeſchwindigkeit in Knoten (Seemeilen) pro Stunde iſt. Die Gewichte zu 5., 8. und 9. ergeben ſich aus den geſtellten Bedingungen.

Iſt das Deplacement nach dem Verwendungszweck des Schiffes feſtgelegt, ſo iſt es die Aufgabe des Konſtrukteurs, für den Linienriß die Hauptdimenſionen des Schiffsrumpfes — L, B und T — ſowie die Werte der einzelnen Formkoeffizienten — α, β und δ — ſo zu wählen, daß den Anforderungen an Geſchwindigkeit, Stabilität, Drehvermögen ſowie Feſtigkeit in günſtigſter Weiſe entſprochen wird. Die Länge L als abſolute Größe iſt abhängig von der vorgeſchriebenen Schiffsgeſchwindigkeit. Nach Froude iſt die Länge des Vorſchiffes $L_v = 0{,}1714\,V^2$, die Länge des Hinterſchiffes $L_h = 0{,}1144\,V^2$. Das Verhältnis der Schiffslänge zur Schiffsbreite — $L : B$ — iſt von Bedeutung für die Bemeſſung der Stabilität, des Drehvermögens und der Feſtigkeit der Schiffe. Die Größe von B iſt in der Hauptſache durch die Stabilität bedingt und ferner durch die Verhältniſſe $L : B$ und $T : B$ feſtgelegt. Zu großes $T : B$ hat ungenügende Stabilität zur Folge, zu kleines $T : B$ begünſtigt bei Segelſchiffen das Abtreiben und verurſacht bei Schraubenſchiffen ungünſtige Propellerwirkung.

Die Verhältniszahlen von $L : B$ und $T : B$ ſowie die Formkoeffizienten (δ Deplacementskoeffizient, α Waſſerlinienkoeffizient und β Hauptſpantkoeffizient), entſprechend den Formeln: Deplacement in cbm $= L\,B\,T\,\delta$; Waſſerlinienareal $= L\,B\,\alpha$; Hauptſpantareal $= B\,T\,\beta$, ergeben ſich für die einzelnen Schiffstypen aus der nachfolgenden Tabelle; dabei beſteht zwiſchen den Völligkeitsgraden nach Normand folgende Beziehung: $\delta = k \cdot \alpha \cdot \beta$, worin $k = 0{,}82$ bis 0,90, im Mittel = 0,87 iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schiffstypen	$L:B$	$T:B$	δ	α	β
I. Hölzerne Segelfchiffe.					
Aeltere	3,5—4,5	0,3—0,47	0,58—0,68	0,77—0,85	0,80—0,90
Klipper	5,0—7,0	0,4—0,5	0,52—0,60	0,74—0,77	0,80—0,82
Küftenfahrzeuge	2,5—3,5	0,3—0,4	0,62—0,72	0,74—0,90	0,75—0,85
II. Eiferne Segelfchiffe.					
Barken, Vollfchiffe	6,3	0,50—0,53	0,65	0,80	0,89—0,92
Vier- und Fünfmaſter	6,7	0,49—0,50	0,66	0,79	0,91
III. Dampffchiffe.					
Schleppdampfer	3,5—6,0	0,40—0,58	0,44—0,50	0,80—0,85	0,75—0,80
Eisbrecher	3,5—4,5	0,45—0,50	0,46—0,56	0,78—0,82	0,74—0,76
Schraubenfährboote	2,5—3,5	0,30	0,50—0,60	0,80—0,85	0,75—0,80
Fifchdampfer	4,8—5,0	0,48	0,45	0,70—0,75	0,75
Schnelle Revierdampfer	8,0—9,0	0,20—0,30	0,55—0,61	0,71—0,75	0,90—0,96
Frachtdampfer	6,0—8,0	0,40—0,52	0,60—0,80	0,82—0,87	0,90—0,96
Poſtdampfer	8,0—9,0	0,43—0,47	0,54—0,68	0,80—0,84	0,89—0,96
Transatlantiſche Schnelldampfer	8,0—10,0	0,43—0,42	0,58—0,63	0,78—0,81	0,89—0,94
Flußraddampfer, Schlepper	7,0—9,0	0,11—0,30	0,75—0,85	0,87—0,90	0,95—0,99
Flußradfchnelldampfer	10,0—12,0	0,14	0,60—0,64	0,77—0,80	0,92—0,98
IV. Kriegsfchiffe.					
Linienfchiffe	5,0—6,0	0,30—0,38	0,60—0,66	0,78—0,81	0,88—0,93
Große Kreuzer	6,0—7,0	0,35—0,40	0,48—0,53	0,67—0,70	0,81—0,89
Kleine Kreuzer	7,5—8,5	0,35—0,40	0,58—0,60	0,64—0,70	0,80—0,83
Kanonenboote	6,5	0,30—0,34	0,50—0,54	0,73	0,83—0,88
Torpedofahrzeuge	8,0—10,0	0,22—0,30	0,40—0,45	0,62	0,85

Setzt man $L:B=m$, $T:B=n$, fo ergibt ſich das Gewichtsdeplacement aus folgender Gleichung:

$$L\cdot B\cdot T\cdot\delta\gamma = m\,n\,\delta\,B^3\cdot 1015\text{ kg}$$

$$= [0{,}3\sim 0{,}5]\,m\,n\,\delta\,B^3\cdot\gamma + P + Q + R + S + (50\sim 200)\,\frac{V^3\,n\,\beta\,B^2}{m^3} + \frac{d\cdot c}{V}\cdot\left(\frac{V^3\,n\,\beta\,B^2}{m^3}\right),$$

woraus B und demnach L und T ſich beſtimmen laſſen.

Die Verteilung der Volumdeplacements oder des Auftriebs auf die Länge des Schiffes und dementſprechend der Entwurf des Spantenriſſes (ſ. Schiffszeichnung) erfolgt nun mit Hilfe der Deplacementsſkala. Trägt man von der Linie AB (Fig. 1) gleich der Länge des Schiffes L Ordinaten auf, deren Längen proportional dem Areal der betreffenden Spanten ſind, ſo iſt die durch die Endpunkte der Ordinaten gezogene Kurve die Deplacementsſkala oder Spantenſkala, und die von der Linie AB und der Kurve eingeſchloſſene Fläche gibt alsdann die Größe des Deplacements in Kubikmetern an. Konſtruiert man die Deplacementsſkala nach der Parabel, ſo wird, wenn CD dem Hauptſpantareal gleichgemacht wird, $y = \otimes\cdot[x:0{,}5\cdot L]^m$, wobei m = Deplacement : ($\otimes L$ — Deplacement) $= \delta:(\beta-\delta)$ iſt. Für ſcharfe Schiffe ergeben ſich nach Colin Archer günſtige Schiffsformen, wenn die Deplacementsſkala im Vorſchiff nach der Sinuslinie, im Hinterſchiff nach einer Trochoide konſtruiert wird (Fig. 2). Nach den Spantordinaten der Deplacementsſkala werden nun die Spantkurven entſprechend den Spantarealen gezeichnet und letztere ſowie deren Schwerpunktslage nach der Simpſonſchen Regel oder mit Hilfe des Planimeters berechnet. Der Schwerpunkt der von der Spantenſkala abgeſchloſſenen Fläche ſtimmt mit dem Schwerpunkt des Deplacements der Länge nach überein.

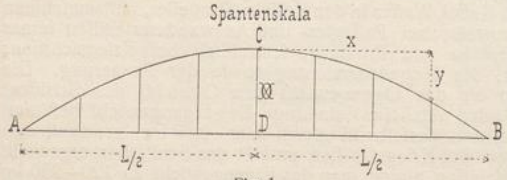


Fig. 1.

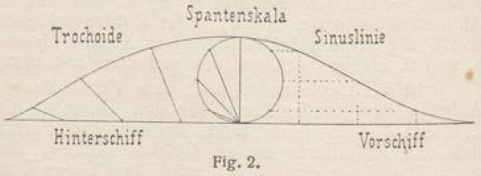


Fig. 2.

Konſtruiert man in gleicher Weiſe eine Deplacementsſkala mit Bezug auf die als Koordinatenachſe gedachte Senkrechte durch die Mitte der Länge zwiſchen den Perpendikeln und das Waſſerlinienareal der Konſtruktionswaſſerlinie als Endabſziſſe (Fig. 3), ſo ergeben die dazwiſchen liegenden Abſziſſen die Areale der Waſſerlinien für die entſprechenden Tiefgangslagen an. Man nennt dieſe Deplacementsſkala die Waſſerlinienſkala. Die Areale und Schwerpunktslagen der einzelnen Waſſerlinien werden gleichfalls nach der Simpſonſchen Regel berechnet. Der Schwerpunkt der von der Waſſerlinienſkala begrenzten Fläche fällt mit dem Deplacementsſchwerpunkt der Höhe nach überein. Die Berechnung des Volumendeplacements kann daher ſowohl nach den Spantarealen — Spantenſkala — als auch nach den Waſſerlinienarealen — Waſſerlinienſkala — erfolgen, und man führt meiſt beide Rechnungen durch, um durch Uebereinſtimmung der Reſultate eine Kontrolle zu haben. Der Laſtenmaßſtab ſtellt eine Kurve dar, bei welcher die Ordinaten die Tiefgänge, entſprechend den einzelnen Waſſerlinien, darſtellen, während die Abſziſſen die Größe des Deplacements für die entſprechenden Tiefgänge in

Kubikmetern wiedergeben, so daß man für eine bestimmte Größe des mittleren Tiefgangs die entsprechende Größe des Deplacements in Kubikmetern ablesen kann. Zum Ablesen des Deplacements in Tonnen (für Seewasser 1 cbm = 1,015 t) wird meist eine zweite Kurve gezeichnet, die ähnlich der ersteren verläuft und dann die Lastigkeit des Schiffes für einen mittleren Tiefgang angibt; umgekehrt kann man bei Hinzufügung

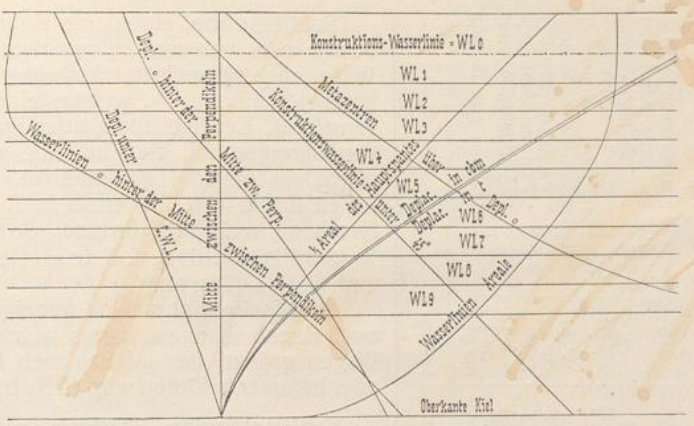


Fig. 3.

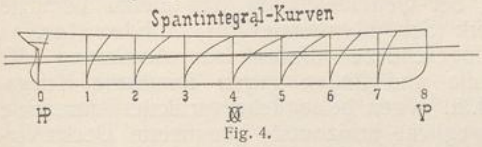


Fig. 4.

oder Wegnahme von Gewichten den entsprechenden Tiefgang abgreifen.

Die Spantinhaltskalen, meist Integralkurven genannt (Fig. 4), geben für die einzelnen Tiefgänge als Ordinate die entsprechenden Spantinhalte, vom Nullpunkt an gerechnet. Sie werden in der Hauptsache benutzt zur Berechnung des Deplacements bei von der Konstruktionslage abweichender Schwimmlage des Schiffes sowie zur Trimmberechnung, falls eine oder mehrere Abteilungen durch ein Leck überflutet sind.

Zur Bestimmung der Formstabilität um die Längsachse ist die Entfernung des Metazentrums M (s. d.) vom Deplacementsschwerpunkt F zu berechnen nach

$$MF = {}^2/_3 \int_0^L y^3 \, dx : \text{Deplacement (in cbm)}.$$

Nach der Simpsonschen Regel ist demnach:

$$MF = {}^2/_3 \cdot {}^2/_3 \, \Delta x \, [{}^1/_2 y_0{}^3 + 2 y_1{}^3 + y_2{}^3 + 2 y_3{}^3 + \ldots 2 y^3{}_{n-1} + {}^1/_2 y^3{}_n] : \text{Deplacement},$$

worin y_0 bis y_n die Ordinaten der oberen Wasserlinien und Δx deren Abstand voneinander ist.

Die Höhe des Longitudinalmetazentrums über dem Deplacementsschwerpunkt bei Neigungen des Schiffes um die Querachse ergibt sich aus

$$M_1 F = [{}^1/_3 \int y_1{}^3 \, dx + {}^1/_3 \int y_2{}^3 \, dx] : \text{Deplacement (in cbm)},$$

worin y_1 und y_2 Ordinaten bedeuten, die parallel zur Längsachse des Schiffes von einer durch den Schwerpunkt der Wasserlinienfläche gelegten Querachse aus gezogen sind. Um für die Berechnung des Longitudinalmetazentrums die gewöhnlichen Spantordinaten benutzen zu können, dient folgende Umformung:

$$M_1 F = \left[2 \int_0^L x^2 y \, dx - 2 k^2 \int_0^L y \, dx \right] : \text{Deplacement (in cbm)},$$

worin k die Entfernung des Schwerpunkts der oberen Wasserlinie von der ersten Ordinate bezeichnet und $2 \int_0^L y \, dx$ den Flächeninhalt der oberen Wasserlinienfläche Das Integral $\int_0^L x^2 \, y \, dx$ wird wie folgt nach der Simpsonschen Regel berechnet:

$$\int_0^L x^2 y \, dx = \frac{\Delta x^3}{3} [0 \;\; y_0 + 1^2 \cdot 4 y_1 + 2^2 2 y_2 + 3^2 \, 4 y_3 + 4^2 \cdot 2 y_4 + \ldots (n-1)^2 4 y \, n_{n-1} + n^2 y_n]$$

Die Größe des Longitudinalmetazentrums wird für die Trimmberechnung des Schiffes, d. h. die genaue Ermittlung der Schwimmlage eines Schiffes bei Verschiebungen von Gewichten längsschiffs, benutzt. Die Ergebnisse der Berechnungen werden meistens in einem Schaubild vereinigt (Fig. 3). Alle Größen werden auf den einzelnen Wasserlinien von der Senkrechten durch die Mitte zwischen den Perpendikeln abgetragen, mit Ausnahme der Werte für die metazentrischen Höhen MF und MF_1, welche von der Kurve der Deplacementsschwerpunkte der Höhe nach abgetragen werden; für die Werte von $M_1 F$ wählt man einen kleineren Maßstab.

Zur annähernden Bestimmung der Entfernung des Deplacementsschwerpunkts unter der Konstruktionswasserlinie, der Größe des Quer- und Längenmetazentrums über dem Deplacementsschwerpunkt sowie der benetzten Oberfläche hat Normand Annäherungsformeln aufgestellt, die im allgemeinen gute Werte ergeben [1], [5].

Literatur. [1] Krieger, Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] „Hütte", Ingenieurtaschenbuch, Berlin 1908. — [3] Neudeck, Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau, Berlin 1902. — [4] Pollard & Dudebout, Théorie du navire, Paris 1894. — [5] Normand, Formules approximatives de construction navale, Paris 1897. — [6] Herner, H., Die Theorie des Schiffes, Hannover 1908.

T. Schwarz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schiffsbuhne, ambulante Buhne, ein von einem Schiffe oder von zwei gekuppelten Schiffen aus dem Waſſer entgegengeſetztes Abflußhindernis — eine verſtellbare Stauwand —, welches eine heftige Strömung verurſacht. Letztere allein oder im Verein mit Kratzvorrichtungen ſoll die Flußſohle auflockern und ſogleich das Material weitertreiben. Setzt man ſo die Arbeit flußab fort, ſo erhält man dadurch eine entſprechend vertiefte Fahrrinne.

Schiffsdurchlaß, ſ. Kanaliſierung der Flüſſe und Stauanlagen.

Schiffseifenbahn, eine geneigte Ebene zwiſchen zwei Kanalhaltungen, längs welcher das Schiff, auf Wagen geſetzt, die auf Schienen laufen, nach oben oder herunter befördert wird (ſ. Schiffshebewerke).

v. Schneller.

Schiffselevator, Aufzug zum Entladen von Schiffen; bei Getreideſchiffen das hierzu benutzte Becherwerk (Schöpfbecherelevator); ſ. Elevator.

Schiffsgeſchütze dienen zur Armierung der Kriegsſchiffe und finden gegen feindliche Kriegsſchiffe, d. h. gegen bewegliche vertikale Panzerziele ſowie bewegliche horizontale gepanzerte Decks Verwendung. Sie umfaſſen daher nur Flachbahngeſchütze von größter Durchſchlagskraft, großer Feuergeſchwindigkeit ſowie beſter Treffwahrſcheinlichkeit.

Da die Durchſchlagskraft durch die Endgeſchwindigkeit und das Gewicht des Geſchoſſes beſtimmt wird, ſo kann dieſe durch Vergrößerung des Kalibers oder durch Energievermehrung des bisher ſchwerſten Kalibers geſteigert werden. Bei Vergrößerung des Kalibers ſteht jedoch einer Erhöhung der Durchſchlagskraft um einen beſtimmten Prozentſatz eine Gewichtsvermehrung um das Dreifache gegenüber. Eine Energievermehrung kann bei gleichbleibendem Kaliber durch Erhöhung des relativen Geſchoßgewichts und durch Vermehrung der Anfangsgeſchwindigkeit, d. h. durch eine Rohrverlängerung, erfolgen. Hierbei ſpielt jedoch bei den jetzt notwendigen großen Gefechtsentfernungen — über 6000 m — das relative Geſchoßgewicht inſofern eine wichtige Rolle, als leichtere Geſchoſſe infolge ihrer geringen Querſchnittsbelaſtung gegenüber dem Luftwiderſtand auf große Entfernung mehr an lebendiger Kraft verlieren als ſchwere Geſchoſſe. Man iſt daher beſtrebt, zunächſt das relative Geſchoßgewicht bis an die praktiſch erreichbare Grenze zu ſteigern und dann erſt die Anfangsgeſchwindigkeit zu erhöhen. Aber auch für letztere ſind praktiſche Grenzen geſteckt, da mit wachſender Kaliberlänge und Erhöhung der Pulverladung die Rohrabnutzung gefördert und die Lebensdauer der Rohre verringert wird. Die Beſtrebungen, die panzerbrechende Leiſtung der ſchweren Geſchütze zu erhöhen, iſt daher mit einem großen Gewichtsbedarf verbunden und bedingt der letztere, die Zahl der ſchweren Geſchütze in engen Grenzen zu halten. Zur Unterſtützung der ſchweren Geſchütze verwendet man daher für hohe Granatwirkung gegen ungepanzerte oder ſchwach gepanzerte Ziele namentlich im Nahgefecht Geſchütze geringeren Kalibers mit großer Feuergeſchwindigkeit und genauer Richtbarkeit, während zur Abwehr von Torpedofahrzeugen ein leichtes Kaliber genügt. Die Kaliber der Schiffsgeſchütze gehen daher von 30,5 cm bis zu 5 cm hinab, wenn man von den Maſchinengewehren abſieht. Die Schiffsartillerie gliedert ſich demnach in 1. ſchwere Artillerie von 24—30,5 cm Kaliber, 2. mittlere Artillerie von 14—23,4 cm Kaliber und 3. leichte Artillerie von 5–12 cm Kaliber. — Ueber die Aufſtellung der Geſchütze an Bord vgl. Geſchützarmierung.

Der Rohrbau weiſt noch bei den ſchweren Geſchützen Verſchiedenheiten auf. Während England an der künſtlichen Drahtkonſtruktion feſthält, iſt bei den übrigen Staaten die Ringkonſtruktion vorherrſchend. Die Drahtkonſtruktion hat den

	England	Frankreich	Amerika	Rußland	England	Amerika	England	Amerika	Rußland	Amerika	England	Amerika	Frankreich	England
Kaliber und Länge . . .	30,5 cm L/40	30,5 cm L/40	30,5 cm L/40	30,5 cm L/40	25,4 cm L/45	25,4 cm L/40	23,4 cm L/46,6	23,3 cm L/45	23,3 cm L/45	20,3 cm L/40	19 cm L/45	17,8 cm	16,5 cm L/45	15 cm L/46,5
Rohrkonſtruktion	Draht	Ring	Ring	Ring	Draht	Ring	Draht	Ring	Ring	Ring	Draht	Ring	Ring	Draht
Kartuſchgewicht kg . . .	95,72	111	—	—	61,5	—	45,4	—	—	—	—	—	—	—
Geſchoßgewicht kg . . .	385,5	340	385,5	331,3	227	227	172	113,4	87,9	136	90,7	75	45	45
Anfangsgeſchwindigkeit m	741,5	815	823	762,5	871,7	823	793	823	762,5	701	822	884	800	804
Lebendige Kraft an der Mündung	10 805	11 513	13 311	9820	8793	7838	5514	3916	2605	3279	3134	2989	1466	1499
Rohrgewicht kg	50	48	52	43	37,5	33,4	28	18	12,1	15,3	14	—	6,8	7,4
Lebendige Kraft in Metern pro Tonne Rohr . . .	216	240	256	228	234	235	197	218	215	214	224	—	216	203

Nachteil, daß das dünne Kernrohr den Druck der Pulvergaſe nicht gleichmäßig auf die Drahtſchicht überträgt, ſo daß Ausbauchungen eintreten, die zu Stichflammen und Ausbrennungen des Rohres Veranlaſſung geben. Außerdem beſitzen die Drahtrohre eine mangelhafte Längsfeſtigkeit und bei Schiffsvibrationen geringere Treffähigkeit; vgl. Geſchützfabrikation. Die Länge der Geſchützrohre iſt von 30 Kaliberlängen auf 45 gewachſen; ſie werden nur noch als Hinterlader gebaut und kommen Rundkeil und Schraubenverſchlüſſe zur Anwendung (vgl. Verſchlüſſe der Geſchütze).

Vielſeitig ſind die Fortſchritte in der Konſtruktion der Schiffslafetten (ſ. Lafettierung), die in der Hauptſache auf eine Verkürzung der Ladezeit und auf eine Verbeſſerung der Viſier- und Richteinrichtungen hinzielen. Die Tabelle auf S. 662 gibt die wichtigſten Daten der in der Front befindlichen Geſchütze der ſchweren und mittleren Artillerie wieder.

Literatur: [1] Müller, Die Entwicklung der preußiſchen Küſten- und Schiffsartillerie von 1860—1878, Berlin 1879. — [2] Galſter, Die Schiffs- und Küſtengeſchütze der deutſchen Marine, Berlin 1885. — [3] Ledieu und Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [4] Kaiſer, G., Konſtruktion der gezogenen Geſchützrohre, Wien 1892. — [5] Lloyd und Hadcock, Artillery, its progress and present position, Portsmouth 1893. — [6] Dredge, Modern French artillery, London 1892. — [7] Garbett, H., Naval gunnery, London 1897. — [8] Leitfaden für den Unterricht in der Artillerie, Berlin 1902. — [9] Dawſon, A. T., Modern Artillery, Engineering 1901; Naval Ordnance, ebend. 1901. — [10] Nauticus, Artillerie und Panzer 1903 und 1905; Die neuere Entwicklung der Artillerie, Berlin 1908.

T. Schwarz.

Schiffsgeſchwindigkeit, ſ. Probefahrt und Schiffswiderſtand.

Schiffshebewerke, im allgemeinen Vorrichtungen zum Heben oder Senken eines Schiffes von der Haltung eines Schiffahrtskanales (ſ. d.) zur nächſten. Im ſpeziellen unterſcheidet man Kammerſchleuſen (ſ. d.) und mechaniſche Schiffshebewerke. Letztere haben den Zweck, größere Höhendifferenzen, als dies mit einer gewöhnlichen Kammerſchleuſe möglich iſt, zu überwinden, erſetzen demnach Schleuſentreppen. Dadurch wird die Zahl der in einer Waſſerſtraße zu durchfahrenden Gefällſtufen und damit die Geſamtfahrtzeit verringert, was eine Reduktion der Bootskoſten bewirkt. Zweitens haben die mechaniſchen Schiffshebewerke den Vorteil, gar kein oder nur ſehr wenig Schleuſungswaſſer zu erfordern, wodurch aber in den meiſten Fällen für die Schiffshebung bezw. Senkung mechaniſche Kräfte (maſchinelle Anlagen) notwendig werden.

Man unterſcheidet Hebewerke mit Naßförderung, bei der die Schiffe in ſchwimmendem Zuſtand gehoben oder geſenkt werden, mit Trockenförderung, bei welcher die Boote durch entſprechende Stützeinrichtungen in dem Troge oder Wagen gelagert und trocken transportiert werden, endlich ſolche mit Halbnaßförderung, d. h. die Schiffe tauchen nur zum geringen Teile in das Waſſer und ſitzen infolge ihres Uebergewichtes am Trogboden auf. Die Trockenförderung hat den Nachteil, daß beladene Schiffe durch die Lagerung außer Waſſer ſehr ungünſtig beanſprucht werden, weshalb alte oder Holzſchiffe von dieſer Transportart von vornherein auszuſchließen ſind.

Nach der Art des Transportes ſind zu trennen: 1. Vertikale (ſenkrechte) Schiffshebewerke, 2. geneigte Ebenen (ſchiefe Ebenen, Seilbahnen) und 3. Drehhebewerke. Außerdem unterſcheidet man noch einfache (einfährige) und gekuppelte (zweifährige) Hebewerke.

Die praktiſche Anwendung der mechaniſchen Schiffshebewerke iſt dermalen nur eine geringe. Für Boote großer Tragfähigkeit (600 t und mehr) ſtehen im Betrieb: das Schwimmerhebewerk von Henrichenburg im Dortmund-Emskanal [4] und das Preßſtempelhebewerk in Peterborough am Trentkanal, Nordamerika [3]. Hingegen beſtehen mehrere Hebewerke für kleinere Schiffsabmeſſungen und eine große Reihe ſehr eingehend bearbeiteter Detailprojekte, welche ihre Entſtehung den verſchiedenen Preisausſchreibungen, insbeſondere dem im Jahre 1904 in Wien ſtattgefundenen „internationalen Wettbewerb für ein Kanalſchiffshebewerk" verdanken.

1. **Vertikale Hebewerke.** Das zu befördernde Schiff wird vertikal gehoben oder geſenkt. Abgeſehen von den Schachtſchleuſen (ſ. d.) befindet ſich hierbei das Boot in einem an ſeinen Enden durch Tore abgeſchloſſenen Troge (Caisson). Ein Hauptaugenmerk iſt auf eine zuverläſſige Vertikalführung zu legen, die durch Gleitrollen oder beſſer durch Schraubenſpindeln erreicht wird. Je nach dem Syſtem der Gewichtsausgleichung dieſer Tröge unterſcheidet man:

A. Vertikale Hebewerke mit Gegengewichtsausgleich (Seil- oder Kettenaufzug). Der Schiffstrog hängt an Seilen oder Ketten, welche oben über auf Eiſengerüſten montierten Rollen laufen und am andern Ende die Gegengewichte tragen. Statt der Gegengewichte kann bei zweifähriger Anordnung auch der zweite Trog durch die Seile mit dem erſten verbunden ſein. Letztere Anordnung wurde für kleine Schiffe und bei rund 14 m Gefälle 1838 am Great-Weſtern-Kanal in England ausgeführt. Die Auf- und Abbewegung wird entweder durch Waſſerüberlaſt oder durch mechaniſchen Antrieb der Seilrollen bewirkt. Nach dem Vorſchlage von Oelhafen und Löhle [2] ſoll der durch Gegengewichte ausbalancierte Schiffstrog auf einem als Spindel dienenden Drehwagen aufruhen, der ſich in einem zweiteilig als Schraubenmutter ausgebildeten Gerüſte auf und ab ſchraubt.

B. Preßſtempelhebewerke (Ascenseurs, hydrauliſche Aufzüge). Das Gleichgewicht wird dadurch hergeſtellt, daß der Schiffstrog auf einem Kolben aufruht, welcher in einen abgedichteten, als Zylinder ausgebildeten Brunnen eintaucht. Die beiden Tröge *a* und *b* (Fig. 1 und 2) werden bei dieſen Bauwerken von je einem ſie in ihrer Bodenmitte unterſtützenden Kolben oder Preßzylinder *c* bezw. *d* getragen, welche in entſprechend tiefe, waſſergefüllte Schächte, oben

wafferdicht abgeſtopft, hinabreichen. Beide Schächte ſtehen durch eine Rohrleitung *e* miteinander in Verbindung. Der eine Kolben mit ſeinem Troge wird ſchon ganz oder zum Teil durch jenes Druckwaſſer in die Höhe getrieben, welches der andre mit dem herabfahrenden Schiffe erzeugt. Der etwaige Mangel an Hebekraft kann auch durch ein Druckpumpwerk erſetzt werden. Solche Ausführungen beſtehen: a) Zu Les Fontinettes (Frankreich), eröffnet 20. April 1888, trägt 300 t, Gefälle 13,13 m; b) zu La Louvière (Belgien), 28. Juli 1888, trägt 400 t, Gefälle 15,4 m; c) zu Peterborough am Trentkanal (Kanada, Nordamerika), in Betrieb geſetzt 9. Juli 1904, Hubhöhe 19,81 m, Tragfähigkeit 1000 t [3]. — Das älteſte, 1874 zu Anderton (England) von Clark & Sydengham Duer erbaute, mit einer beweglichen Kammer von 22,7 m Länge, 4,72 m Breite und 1,5 m Tiefe und 100 t Tragfähigkeit verſehene Preßſtempelhebewerk iſt 1906/08 umgebaut worden; vgl. [21]. Jeder der zwei voneinander unabhängig angeordneten Tröge wiegt jetzt einſchließlich Waſſerfüllung 252 t und iſt durch 36 Gruppen von je 7 t ſchweren Gegengewichten ausbalanciert, die an Drahtſeilen hängen. Jedes Seil iſt unabhängig von den übrigen über je eine am oberen Ende des Gerüſtes gelagerte Rolle geführt, ſo daß in allen Seilen dieſelbe Spannung herrſcht. Die Bewegung wird durch Elektromotoren bewirkt, welche durch Zahnradüberſetzung die Seilrollen antreiben. Die Hubhöhe iſt wie früher 15,35 m und wird jetzt eine Hebung oder Senkung in 5½ Minuten mit einem Kraftaufwande von 8 PS. ausgeführt.

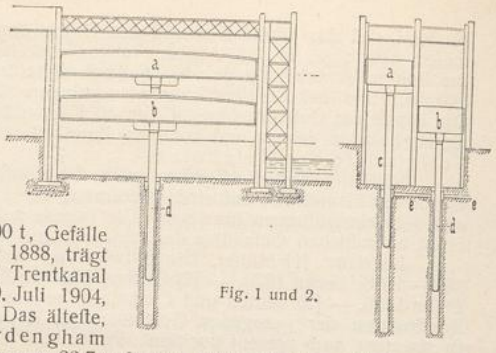


Fig. 1 und 2.

Ein Nachteil der Preßſtempelhebewerke liegt darin, daß bei den modernen großen Kanalkähnen die Waſſerdrücke außerordentlich groß werden.

C. Schwimmerhebewerke. Das Trog- und Schiffsgewicht wird durch einen oder mehrere in mit Waſſer gefüllte Brunnen eintauchende, allſeitig geſchloſſene Schwimmkörper aufgehoben. — Nachdem ſchon Rowland und Pickering (1794), Segring (1883), Jebens (1887), das Gruſon-Werk in Buckau-Magdeburg, Krupp-Gruſon und Prüsmann diesbezügliche Entwürfe machten, wurde ſchließlich ein preisgekrönter Plan von Haniel & Lueg für den Dortmund-Emskanal zu Henrichenburg 1895 ausgeführt [4]. Hierbei ſitzt der 70 m lange, 8,8 m breite Schiffstrog (Fig. 3) mittels Gitterſtänder auf fünf Schwimmern *b*. Dieſe ſind vertikale eiſerne Hohlzylinder, je in einen ſelbſtändigen, mit Waſſer gefüllten Brunnen untergetaucht. Die Hubhöhe beträgt 14,5 m. Angenommen, die Größe der Schwimmer ſei derart beſtimmt, daß für die Stellung des belaſteten Troges in der Mitte der Hubhöhe der Auftrieb von den Schwimmern und den noch eingetauchten Teilen der Ständer eben gleich ſei dem Totalgewichte; in dieſer Lage bliebe alſo das Hebewerk ruhig ſtehen. Wird dann der Trog durch eine äußere Kraft zum Sinken gebracht, damit er an die untere Haltung anſchließt, ſo entſteht hierbei ein Ueberſchuß an Auftrieb infolge der mehr eingetauchten Konſtruktionsteile. Gibt man beim darauffolgenden Heben den ſtets gleichſchwer gedachten Trog frei, ſo wird er ſchon durch den genannten Ueberſchuß in die Höhe getrieben. Die ſichere Führung in ſtets horizontaler Lage erhält bei der Henrichenburger Schwimmerſchleuſe der Trog nach Jebens durch vier vertikale Schraubenſpindeln *cc*, welche je durch eine am Troge befeſtigte Schraubenmutter hindurchgehen und am Fundamente drehbar feſtgehalten ſind. Durch entſprechende Räderüberſetzung von *d* aus werden ſämtliche Spindeln gleichzeitig und gleichviel gedreht, wobei die Bewegung des Schiffstroges erfolgt. Die 245 mm Kerndurchmeſſer beſitzenden Spindeln haben 100 mm weite Bohrungen zum Durchſtrömen von Dampf, um im Winter die Schraubenſchmierung weich zu erhalten. Der Antrieb der Schraubenſpindeln erfolgt durch einen 150pferdigen Elektromotor, der auf der oberen Bühne mitten über dem Schleuſentrog in einem Schutzhäuschen aufgeſtellt iſt. Der Stromverbrauch ſchwankt ſtark, indem auf vier Fünftel der Bewegung nur 100—300 Ampère, am Anfang und Ende der Bewegung bis zu 800 Ampère erforderlich ſind. Die ganze Bewegung erfordert etwa 2½ Minuten [4]. Das Schwimmerhebewerk eignet ſich auch für große Schiffstypen, jedoch iſt die zuläſſige Hubhöhe durch die Tiefe der abzuteufenden Brunnen und durch die Unmöglichkeit, die Schraubenſpindeln in übergroßer Länge herzuſtellen, auf etwa 20—25 m beſchränkt.

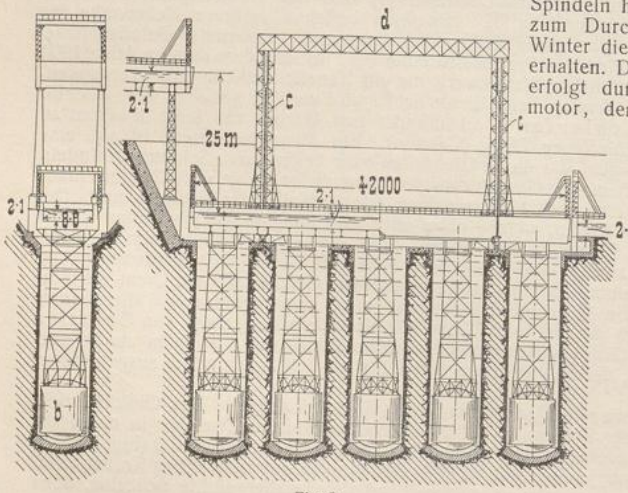


Fig. 3.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

D. Tauchfchleufen. Vom Engländer Robert Welden 1794 erfunden, auch ausgeführt, dann aber verlaffen, wurden fie von Rowley wieder in Vorfchlag gebracht. Hierbei fährt das Schiff in einen allfeitig abgefchloffenen horizontalen Zylinder, die Schiffstrommel *a* (Fig. 4), ein. Diefe fchwebt untergetaucht in einer bis über die obere Haltung mit Waffer gefüllten Kammer *b*, fo daß das Gewicht der beladenen Trommel nahezu durch den Auftrieb aufgehoben wird. Der waffer dichte Abfchluß bezw. Anfchluß der Trommel an die Haltungen gefchieht durch entfprechendes Anpreffen von außen mittels der Schrauben *c*. Die Bewegung wird durch Ketten *d*, an welchen die Trommel hängt, und durch die Vermittlung einer Räderüberfetzung gleichmäßig bewirkt [5].

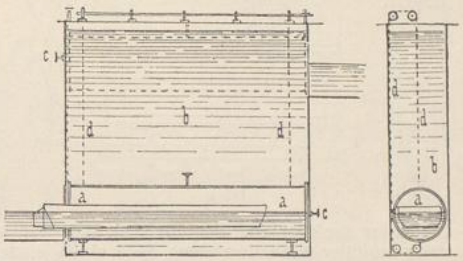


Fig. 4.

2. **Geneigte Ebenen.** Das zu hebende oder zu fenkende Schiff wird entweder fchwimmend in einem Trog oder trocken auf einem als vielräderigem Wagen ausgebildeten Unterbau auf Gleifen bergwärts oder talwärts bewegt. Bei fteileren Bahnen wird das Gewicht des Schiffswagens entweder mit Hilfe von Seilen oder Ketten, die am oberen Ende der geneigten Ebene über eine Seilfcheibe geführt werden, durch Gegengewichte oder, bei zweifährigen Anlagen, durch den zweiten Schiffswagen ausbalanciert (Seilbahnen). Bei flachgeneigten langen Bahnen entfällt ein Gewichtsausgleich (Schiffseifenbahnen).

A. Schiffsfeilbahnen. Je nach der Stellung des Schiffes zur Fahrtrichtung unterfcheidet man Längs- und Querbahnen.

Längsbahnen. Bei den älteften und primitivften Anordnungen (China, Holland) werden kleine Schiffe mittels Winden auf dem glattgeftampften Boden der über einen Sattel führenden fchiefen Ebene (Neigung 1 : 3 bis 1 : 5) gezogen. Beffere Ausführung zeigen die Rollbrücken, bei welchen der erforderliche Kraftbedarf dadurch vermindert wird, daß der Boden der fchiefen Ebene durch in Zapfen gelagerte Walzen gebildet wird [6]. Neuere Anordnungen — allerdings noch für Schiffe kleinerer Abmeffungen — benutzen fchon durchwegs auf Gleifen fahrende Schiffswagen.

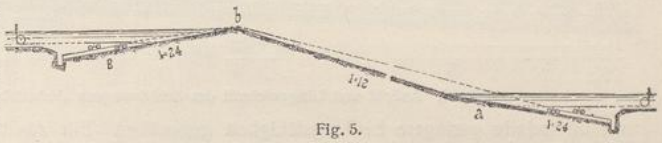


Fig. 5.

Ein Beifpiel für Längsbahnen mit Trockenförderung find die 1860 am Elbing-Oberländifchen Kanal von Steenke ausgeführten fchiefen Ebenen [7]. Es ift hier ein waffer freier Scheitel *b* (Fig. 5), 30 cm über dem Oberwafferfpiegel, von dem die fchiefen Ebenen *a b* und *b c* mit 1 : 12 (unter Waffer 1 : 24) nach beiden Seiten abfallen; die Anlage ift eine zweifährige, fo daß das Gewicht des bergfahrenden Wagens durch das des talfahrenden ausgeglichen ift. Maximale Schiffsgröße 70 t. Die erfte Längsbahn mit Naßförderung kam bei Glasgow am Monklandkanal zur Ausführung [8]. Eine ähnliche Anordnung für Boote von 135 t Tragfähigkeit wurde von Dodge für das Hebewerk bei Wafhington am Cheafepeak-Ohiokanal getroffen. Der auf vier Schienen ruhende Wagentrog ift 34,12 m lang, 5,1 m breit und 2,4 m hoch. Die 1 : 12 geneigte Ebene ift 183 m lang und überwindet einen Höhenunterfchied von 11,6 m. Der Gewichtsausgleich erfolgt durch Gegengewichte, der Bewegungsantrieb mit Hilfe einer Turbine von der Seilfcheibe aus. Die obere Haltung endet in einem durch ein Tor abgefperrtes Anfchlußftück, an das der feinerfeits durch Tore abgefchloffene Trog angepreßt wird. Durch Hebung der beiden aneinander liegenden Tore ift die Verbindung zwifchen Trog und Haltung hergeftellt, fo daß die Schiffe aus- oder einfahren können. Am unteren Ende der Ebene erfolgt der Anfchluß durch Einfahren des Troges in die untere Haltung [9].

Geneigte Ebenen für moderne Kanalfchiffe von 600—800 t Ladefähigkeit find bis nun nicht praktifch ausgeführt, doch beftehen hierfür fehr bemerkenswerte Entwürfe. Das Hauptgewicht ift bei denfelben auf eine gleichmäßige Verteilung des mit Waffer gefüllten Troggewichtes (etwa 1500—2000 t), auf die zahlreichen (bis 168) Unterftützungspunkte (Räder, Rollen oder hydraulifche Gleitfchlitten) zu legen Bei dem von Peslin für das Projekt eines Donau-Oderkanales im Jahre 1892 aufgeftellten Entwurfe erfolgte die Druckverteilung durch zahlreiche über Rollen geführte Tragfeile [10]. Es war eine doppelfährige Bahn mit durch Seile bewirktem Gewichtsausgleich; die Neigung war 1 : 25, der Bewegungs-

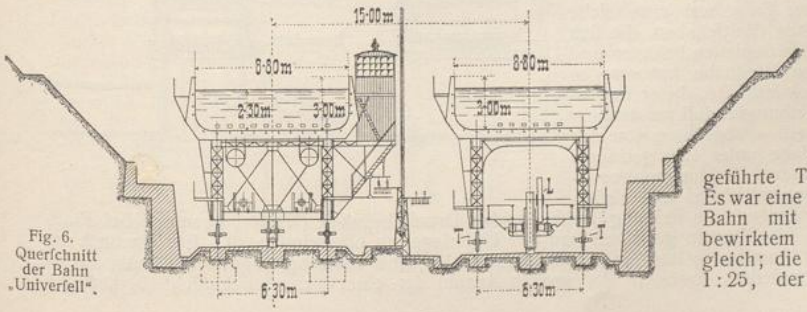


Fig. 6. Querfchnitt der Bahn „Univerfell".

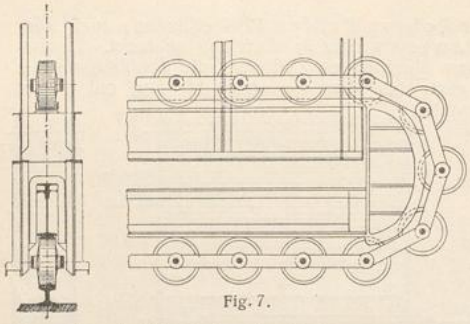


Fig. 7.

antrieb erfolgte vom oberen Ende der Bahn durch ein eignes Zugfeil. Das beim Wiener internationalen Wettbewerb für ein Kanalfchiffshebewerk 1904 mit dem erften Preife ausgezeichnete Hebewerk (Kennwort „Univerfell") fah zwei auf je zwei Tragfchienen laufende Schiffswagen vor, bei welchen als Bewegungs- und Laftübertragsmittel Laufräder (Fig. 6) und als Alternative Wälzungsrollen (Fig. 7) angebracht waren. Der Bewegungsantrieb erfolgte mit Hilfe von Zahnftangen durch elektrifche Lokomotiven *L* (Fig. 6), die in die Schiffswagen eingebaut waren. Statt der mechanifchen Kupplung war eine elektrifche Ausbalancierung gedacht, indem der talabgehende Motor als Generator funktioniert. Die Gleisneigung war wieder 1 : 25 [11]. Dem Vorteil dieles Syftems, unter erhöhter Kraftanwendung auch einen einzelnen Wagen verkehren zu laffen, ftehen die Schwierigkeiten der Herftellung des Gleisunterbaues, die hohen Anlage- und Betriebskoften

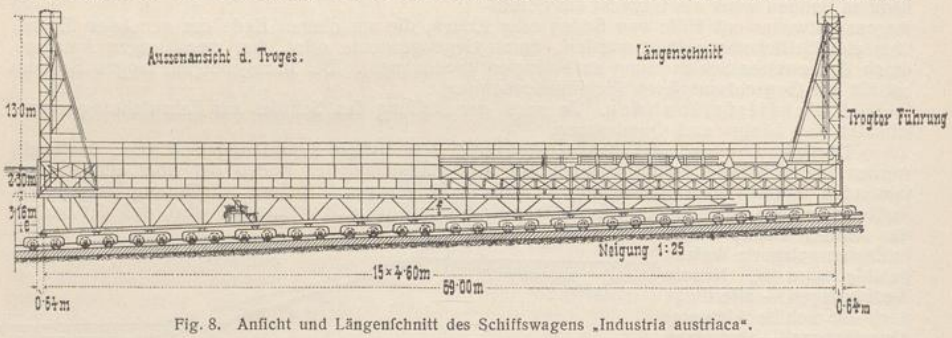


Fig. 8. Anficht und Längenfchnitt des Schiffswagens „Industria austriaca".

und die relativ geringere Leiftungsfähigkeit gegenüber. Ein zweites bei dem vorerwähnten Wettbewerb durch Ankaufempfehlung ausgezeichnetes Längsbahnprojekt der Firma Haniel & Lueg (Kennwort „Industria austriaca") fah einen Gewichtsausgleich durch eine auf einzelne

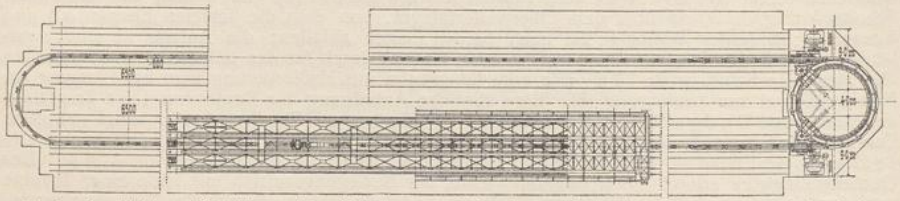


Fig. 9. Draufficht und Schnitte *e—f* des Schiffswagens „Industria austriaca" (links Horizontalfchnitt durch das Unterhaupt).

Unterftützungswagen gelagerte Gelenkkette vor (Fig. 8 und 9), welche von der am oberen Ende gelegenen Kettentrommel aus auch den Bewegungsantrieb vermittelte. Jeder Trog ift auf 64 Schemelwagen mittels eines Kugelgelenkes, das eine hydraulifch-pneumatifche Auflagerung hat, geftützt und läuft auf vier Gleifen. Die erwähnte Auflagerungsart ermöglicht eine vollkommen gleichmäßige Druckverteilung, da die einzelnen Druckzylinder untereinander und mit einem Akkumulator verbunden find. Eine andre Art für die Auflagerung der Tröge war eine folche auf hydraulifchen Gleitfchuhen, die fich auf einer mit Bronzeplatten belegten und folid fundierten Gleitbahn fortbewegen (Fig. 10), projektiert. Bei dieler Anordnung ift der Reibungsverluft am denkbar geringften, weil — abgefehen von den auf der Unterlage unter fehr geringem Druck fchleifenden Dichtungsringen — das Gefamttroggewicht auf den Waffer-polftern ruht, und nur die Reibung zwifchen der Druckflüffigkeit (Waffer, eventuell bei Froftgefahr Waffer mit Glyzerin gemifcht) und der Unterlage zu überwinden ift. Ein Nachteil der letzterwähnten Anordnung liegt in der Schwierigkeit, eine unnachgiebige, vollftändig ebene Unterlage herzuftellen, fowie in der großen Anzahl der einer genauen Aufficht bedürftigen

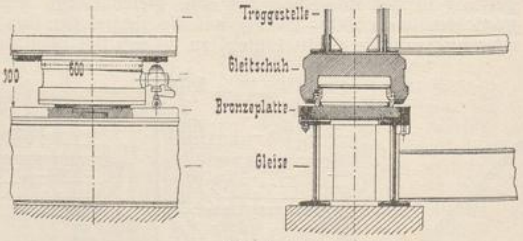


Fig. 10.

maschinellen Teile. Auch dem Projekte „Industria austriaca“ haftet der große Nachteil sehr erheblicher Baukosten sowie ein gewisses Gefahrenmoment beim Bruche der Gelenkkette an.

Bei großen Gefällsdifferenzen erhalten die Längsbahnen beträchtliche Längen, wodurch die den Gewichtsausgleich bewirkenden Seile oder Ketten sehr schwer werden. Das Gewicht dieser Verbindungsseile würde im Beginne der Bewegung derselben entgegenwirken und nach Zurücklegung des halben Weges sie beschleunigen. Um dies zu vermeiden, wurden verschiedene Vorkehrungen erdacht: Entweder ist (wie beim Peslinschen Entwurf) ein zweites Gegengewicht (Kompensator) zum Ausgleich des Uebergewichtes der Verbindungsseile angewendet [10], oder man gibt bei Ausbalancierung durch Gegengewichte den Gleisen, auf welchen die Gewichtswagen laufen, eine gekrümmte Form, wodurch man erreicht, daß die Zugwirkung der Gegengewichte eine veränderliche wird; endlich kann man den Nachteil des veränderlichen Gewichtes der Ausgleichsseile dadurch vermeiden, daß man dieselben auch am unteren Ende der Bahn über eine Rolle laufen läßt, so daß sie einen geschlossenen Ring bilden, der in allen Stellungen im Gleichgewichte bleibt (Fig. 9).

Querbahnen. Die geneigte Ebene m, n (Fig. 11) steht senkrecht zur Richtung der Kanalhaltungen k und k' und das Schiff quer

Bezeichnung des Hebewerkes	Jahr der Betriebseröffnung	Kanal	Syftem	Hubhöhe in Metern	Schiffsgröße in Tonnen	Kammerabmeſſungen in Metern: Länge	Breite	Waſſertiefe	Anzahl der Stunden in 24 Stunden betriebene Richtungen	Schiffe pro Schleppertung	Herſtellungskoſten in Mark	Herſtellungskoſten pro 1 m Hubhöhe in Mark	Art der Förderung	Anmerkung
Anderton (Alte Anlage)	1875	Trent and Merſey-Kanal (England)	Hydrauliſches Hebewerk	15,35	100	22,85	4,75	1,35	384		973000	63380	Naßförderung	Zwei Waſſertröge auf Preßkolben mit gegenſeitiger Gewichtsausgleichung (umgebaut 1906/08).
La Louvière	1888	Canal du Centre (Belg.)	Desgleichen	15,40	360	43,20	5,80	2,40	288		1119500	72695	Desgl.	Desgleichen.
Les Fontinettes	1888	Canal de Neufoſſé (Frankreich)	Desgleichen	13,13	300	40,60	5,60	2,00	288		1493200	113724	Desgl.	Desgleichen.
Peterborough	1904	Trentkanal (N.-Amer.)	Desgleichen	19,81	600	42,67	10,06	2,44	192		2046000	103335	Desgl.	Desgleichen.
Henrichenburg	1899	Dortmund-Emskanal (Deutſchland)	Schwimmerſchleuſe	16,00	600	70,00	8,80	2,50	100		2240000	140073	Desgl.	Eine Kammer auf fünf Schwimmern.
Vier Schiffseifenbahnen des Elbing-Oberländiſchen Kanals	1860	Elbing—Oſterode (Deutſchland)	Längsgeneigte Ebene	20,40	70	—	—	—	72		711110	8300	Trockenförderung	Zwei durch Drahtſeile verbundene Schiffswagen; Antrieb durch Waſſerrad.
				18,80	70	—	—	—	72					
				24,50	70	—	—	—	72					
				22,00	70	—	—	—	72					
Dodge-Schleuſe	1876	Cheaſepeak-Ohiokanal (Nordamerika)	Desgleichen	11,60	135	34,10	5,10	2,40	—		—	—	Naßförderung	Einkammerig. Gewichtsausgleichung durch zwei Gegengewichte.
Foxton	1900	Grand-Junction-Kanal (England)	Quergeneigte Ebene	22,86	70	24,40	4,60	1,50	170		—	—	Desgl.	Zwei durch Drahtſeile verbundene Waſſertröge; gegenſeitige Gewichtsausgleichung.
La Villette	—	Paris—St. Denis (Frankreich)	Schachtſchleuſe	9,92	350	48,90	8,20	3,50	88		1474000	148600	—	Eine große und eine kleine Schleuſenkammer mit je einem Sparbecken.
						38,50	5,20	3,50						
Hořin	1905	Lateralkanal Wrañan-Hořin (Oeſterreich)	Desgleichen	8,9 bis 10,8	600	137,50	20,00	2,50	72		1369500	153900	—	Eine große und eine kleine Schleuſenkammer.
						73,00	11,00	2,50						
Anderton (Neue Anlage)	1908	Trent and Merſey-Kanal (England)	Vertikales Hebewerk mit Gegengewichtsausgleich	15,35	100	22,85	4,75	1,35	2 à 288		500000 (Die Koſten ſind nur die des Umbaues.)	32573	Naßförderung	Jeder Schiffstrog vom zweiten unabhängig; Gewichtsausgleich. durch Einzelgewichte an Seilen; elektriſcher Antrieb.

zur Bahn. Der Vorteil der Querbahn liegt in der Möglichkeit, fteile Neigungen anzuordnen, wodurch die Bahn kurz und die Leiftungsfähigkeit groß wird, insbefondere, da, nach erfolgtem Anfchluß an die Haltungen, beide Trogtore geöffnet werden können und gleichzeitig ein Schiff aus- und das andre einfahren kann. Ein Nachteil liegt in der Schwierigkeit einer zuverläffigen Geradeführung, die meift durch rhomboidförmige Geftaltung des Schiffswagens erreicht wird (Fig. 12). Die Querbahnen find meift einfährig und durch Gegengewichte ausbalanciert. Bemerkenswerte Projektsentwürfe ftammen von Flamant, Neigung 1 : 2 [13], Höch [14], von den Vereinigten fünf böhmifchen Mafchinenfabriken, Neigung 1 : 5 [12] (Fig. 13) und von Haniel & Lueg, Neigung 1 : 8 [11].

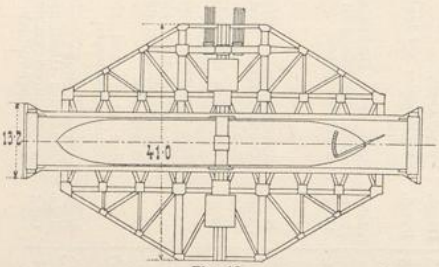


Fig. 12.

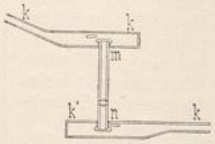


Fig. 11.

B. Schiffseifenbahnen find Gleisanlagen zur Verbindung zweier Kanalhaltungen, auf welchen die Schiffe mit Hilfe von Schiffswagen trocken transportiert werden. Die Neigung ift meift gering, eine Ausbalancierung entfällt, und zum Ziehen der Schiffswagen finden eigne Lokomotiven Verwendung. Nachteile find die Schwierigkeiten der Druckverteilung und der Lagerung der Schiffe, welche rafch erfolgen foll und für die verfchiedenen Bootsformen und Bootsgrößen geeignete Vorrichtungen aufweifen muß. Infolge der großen Totlaften ift der Transport mit Schiffseifenbahnen fehr unökonomifch und für größere Schiffe bisher nicht ausgeführt [18].

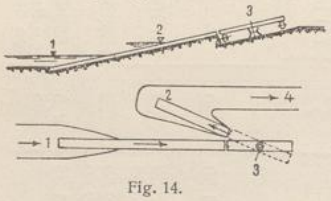


Fig. 14.

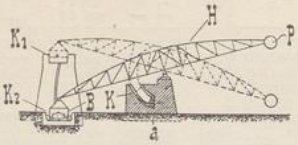


Fig. 15.

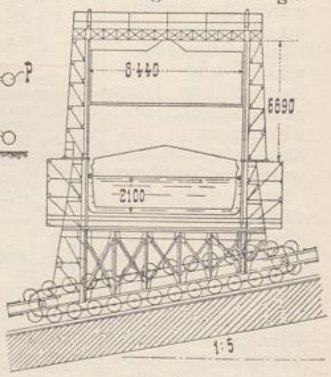


Fig. 13.

Eine eigenartige Anordnung einer Schiffseifenbahn wurde von Kammerer vorgefchlagen, bei welcher der Schiffswagen aus der unteren Haltung 1 (Fig. 14) auf eine Drehfcheibe 3 fährt, dort in die Stellung 2—3 gedreht wird und nun in die obere Haltung 4 einfährt. Diefe Anordnung hat den Vorteil, daß der Schiffswagen ohne Ueberfchreitung eines trockenen Scheitels in beide Haltungen einfahren kann, wodurch in der oberen Haltung ein Torabfchluß überflüffig wird und wodurch weiters die oben an dem Schiffswagen angekuppelte Lokomotive immer außer Waffer bleibt [15].

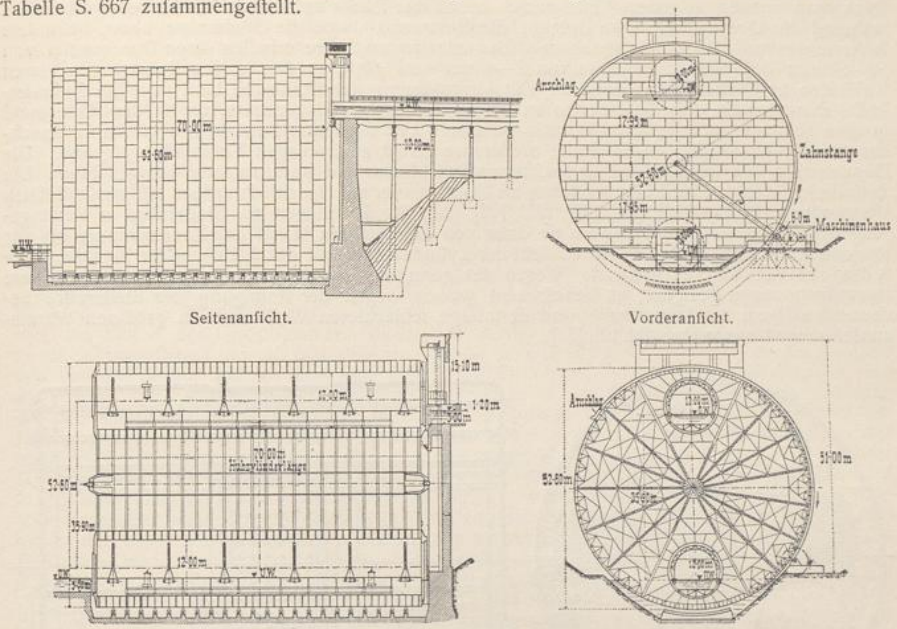
3. **Drehhebewerke** find folche Einrichtungen, bei welchen ein in einem Troge fchwimmendes Schiff durch Drehung um eine Achfe gehoben und gefenkt wird. Die Ausbalancierung erfolgt durch einen zweiten Schiffstrog oder durch ein Gegengewicht.

Die erften nach dem vorerwähnten Prinzipe entworfenen Projekte fchlugen ein Syftem zweiarmiger Hebel *H* (Fig. 15) vor, welche einerfeits den Schiffstrog, anderfeits ein Gegengewicht *P* trugen. Die Drehung der Hebel follte mittels direkten Antriebes der Achfe oder hydraulifch erfolgen, indem ein Schwimmer *a* (Fig. 15) in eine verfchieden hoch gefüllte Waffer-kammer *K* eintaucht [16].

Um den großen Kraftbedarf infolge der Zapfenreibung der fixen Drehungsachfe zu vermeiden, wurde auch vorgefchlagen, derfelben unten eine wiegenartige Geftalt zu geben, wodurch fie fich bei der Drehung auf der Unterlagsfläche abwälzt und die Zapfenreibung durch Rollenreibung erfetzt wird. Viel einfacher wird die zu leiftende Reibungsarbeit und gleichzeitig auch die Schwierigkeit der Fundierung für die hochbelaftete Syftemachfe in dem vom Preisgerichte in Wien 1904 mit dem zweiten Preife bedachten Hebewerksentwurf von Umlauf und von Stockert in Wien und Offermann in Berlin (Kennwort „Habsburg") vermieden. Dieles Projekt nimmt einen großen fchwimmenden Zylinder (Hubtrommel) in Aussicht, in welchem zwei kreisförmige Tröge (Schiffstrommeln) zur Aufnahme der Schiffe in fchwimmendem Zuftand eingebaut find (Fig. 16). Durch Drehung der Hubtrommel um 180° vertaufchen die diametral gelegenen Schiffstrommeln ihre Lage, fo daß — nach erfolgtem Anfchluffe an die obere Haltung und nach Oeffnung der Tore — die Schiffe ausfahren können. Der Antrieb erfolgt mittels der am Umfange der Hubtrommel befeftigten Zahnftange, und infolge der geringen zu überwindenden Reibungswiderftände ift nur eine fehr kleine Kraft notwendig. Gegen das Abtreiben bei Wind ift die Trommel durch die an den beiden Enden des Zylinders angebrachten Schwinghebel *S* (Fig. 16) und durch eine in der Abfchlußmauer der oberen Haltung vorgefehene Verankerung gefichert [11]. — Der Vorteil des Hebewerksprojektes „Habsburg" liegt darin, daß für das eigentliche Hebewerk keine Fundierung notwendig ift, fowie in dem geringen Kraftbedarf und der großen Leiftungsfähigkeit. Nachteile find die befchränkte

Ausführungsmöglichkeit (Hubhöhe von etwa 17—40 m), die Koſtſpieligkeit der oberen Abſchlußmauer und die Unbequemlichkeiten des Betriebes (finſtere, ſich drehende Schiffstrommeln).

Die hauptſächlichſten Daten über die größeren ausgeführten Hebewerke ſind in der Tabelle S. 667 zuſammengeſtellt.



Seitenanſicht. Vorderanſicht.

Längenſchnitt. Fig. 16. Hubzylinder „Habsburg“. Querſchnitt.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 3. Teil, Waſſerbau, Bd. 8, Schiffsſchleuſen, Leipzig 1904. — [2] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 322, Heft 1, 1907; Deutſche Bauztg. 1907, Nr. 100. — [3] Berichte für den Mailänder Internat. Schiffahrtskongreß 1905, I. Abt., 3. Frage. — [4] Der Bau des Dortmund-Emskanals, Berlin 1902. — [5] Wochenſchrift des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1891. — [6] Génie civil 1887. — [7] Zeitſchr. für Bauweſen 1885. — [8] Hagen, Waſſerbaukunſt, 2. Teil, Bd. 4, Berlin 1874. — [9] Zeitſchr. für Bauweſen 1879, Heft 1—3. — [10] v. Schneller, Die ſchiefe Ebene als Schiffshebeeinrichtung, Wien 1896. — [11] Haberkalt, Der internationale Wettbewerb für ein Kanalſchiffshebewerk, Wien 1905. — [12] Riedler, Neuere Schiffshebewerke, Berlin 1897. — [13] Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1891. — [14] Zentralbl. der Bauverw. 1891. — [15] Ebend. 1907, Nr. 90, und Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1906, Nr. 28 und 29. — [16] Verkehrstechniſche Wochenſchr. 1907, Nr. 22. — [17] Zeitſchr. für Bauweſen 1885. — [18] Stahl, Brennende Fragen zum Bau und Betrieb von Waſſerſtraßen, Wiesbaden 1886. — [19] Prüsmann, Vergleichung von Schleuſen und mechaniſchen Hebewerken, Berlin 1905. — [20] Mitteilungen des Zentralvereins für Fluß- und Kanalſchiffahrt in Oeſterreich 1906, Nr. 46. — [21] The Engineer, Juli 1908.

v. Schneller.

Schiffskeſſel gliedern ſich in vier Hauptklaſſen: 1. Kofferkeſſel für Dampfſpannungen bis 3 Atmoſphären; 2. Zylinderkeſſel mit rückkehrender oder durchſchlagender Flamme für Dampfſpannungen von 4—12 bezw. 15 Atmoſphären; 3. Lokomotivkeſſel für Dampfſpannungen von 10—13 Atmoſphären; 4. Waſſerrohrkeſſel bis zu 20 Atmoſphären Spannung.

Die **Kofferkeſſel** ſind von parallelepipediſcher Form und beſtehen, mit Ausnahme der abgerundeten Ecken, aus flachen Wandungen, die durch ſtarke Verankerungen und Stehbolzen verſteift ſind. Sie beſitzen 2—5 Feuerungen, die entweder ganz im Keſſel eingebaut ſind, ſo daß ſie unten einen Waſſerſchenkel haben (Flachbodenkeſſel, bei Holzſchiffen gebräuchlich) oder unten offen bleiben (Trockenboden oder Fußkeſſel). Die Flamme ſchlägt von der Feuerung über die den Roſt abſchließende Feuerbrücke in die hintere Rauchkammer, und die Heizgaſe ſtreichen von hier durch die über den Feuerungen gelagerten Siede- oder Feuerröhren in die vordere Rauchkammer und von dort in den Schornſtein. Ihr Wirkungsgrad iſt infolge der hohen Feuerungen ein verhältnismäßig günſtiger [1], [5], [9], [12].

Um die ſtarken Verankerungen zu vermeiden und die Keſſelwandungen für höhere Dampfſpannungen geeignet zu machen, ging man zu den Oval- und dann zu den **Zylinderkeſſeln** über mit zylindriſchem Mantel und ebenen Endflächen, Stirn- und Rückwand ſowie zylindriſchen Flammrohren. Die letzteren werden zur beſſeren Widerſtandsfähigkeit gegen äußeren Druck nach dem Patent von Fox, Purve, Morriſon und Deighton geſchweißt und gewellt und an den Enden mit der Stirnwand und der flachwandigen Rauchkammer durch Bördelungen vernietet, wobei Rückſicht darauf genommen wird, die Flammrohre für Reparaturen auswechſeln

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu können. Die Flammrohre erhalten einen Durchmeſſer von 1—1,3 m und ihre Zahl ſchwankt pro Stirnwand zwiſchen 2 und 4. Die Rauchkammer iſt entweder für alle Feuerungen gemeinſam oder ſie iſt für die Flammrohre einzeln oder gruppenweiſe getrennt. Die Seitenwände ſowie die Rückwand werden mit dem Keſſelmantel bezw. der Rückwand durch Stehbolzen verbunden, während die Decke durch eine Brücke, die Rohrwand durch die Siederohre bezw. beſondere Ankerrohre verſteift iſt. Die gezogenen ſchmiedeeiſernen Rohre erhalten einen Durchmeſſer von 50—90 mm bei einer Wandſtärke von 2—4 mm und dieſe werden in den Rohrwänden durch Aufdrillen und Umbördeln gedichtet. Zur Vergrößerung der Roſtfläche baut man die Zylinderkeſſel doppelendig, d. h. ſie erhalten an beiden Endflächen Flammrohre, die in der Mitte meiſt in eine gemeinſchaftliche Rauchkammer münden. Für forcierten Betrieb ſind getrennte Rauchkammern vorzuziehen, da ſonſt die Siederohre leicht zu Leckagen Veranlaſſung geben. Die Doppelender ſind verhältnismäßig leichter und wirkſamer und beanſpruchen weniger Raum. Die Zylinderkeſſel finden als Einender ſowie als Doppelender auf Handelsdampfern faſt ausſchließlich Verwendung [1], [7]—[10], [14], [15], [23], [27], [29], Fig. 1. Liegen die Siederohre in Verlängerung der Flammrohre und reichen ſie dann von der hinteren Wand der Rauchkammer bis zur Rückwand des Zylinderkeſſels, ſo entſteht der Zylinderkeſſel mit durchſchlagender Flamme, auch Admiralitätskeſſel genannt. Wegen des geringeren Manteldurchmeſſers iſt er für höhere Dampfſpannungen geeignet; er beanſprucht jedoch wegen der Reinigung der Siederohre bedeutenden Raum der Länge nach und iſt infolge ſchlechteren Waſſerumlaufs größeren Wärmeausdehnungen ausgeſetzt ([1], [9], [24]).

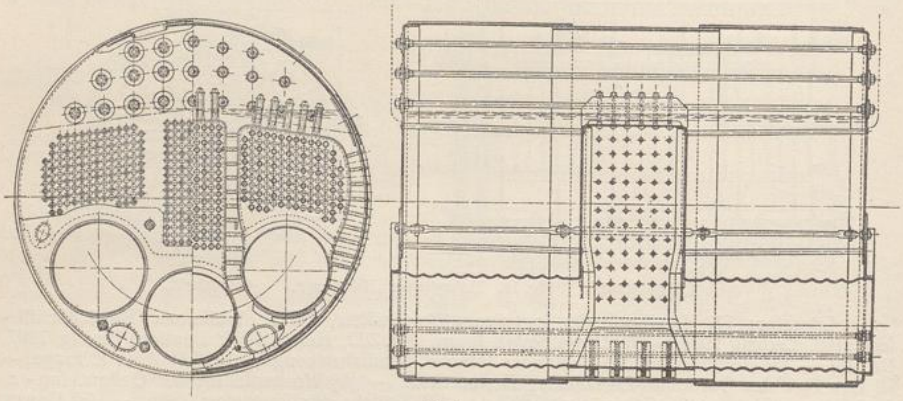


Fig. 1.

Die **Lokomotivkeſſel** haben in der Hauptſache auf Torpedobooten Verwendung gefunden wegen Leichtigkeit und hoher Forcierung, nach der freilich die Rohrenden leicht leck werden. Seit etwa 12 Jahren ſind dieſe daher vollſtändig durch Waſſerrohrkeſſel verdrängt.

Das Streben der Schiffskonſtrukteure, zur Erzielung hoher Geſchwindigkeiten im beſonderen bei Kriegsſchiffen weiter an Gewicht und Raum zu ſparen und durch Anwendung hoher Dampfſpannungen zugleich die Oekonomie der Schiffsmaſchine zu ſteigern, führte ſchließlich zum Bau von **Waſſerrohrkeſſeln** für Schiffszwecke. Die Gewichtserſparnis ergibt ſich ſowohl durch Verkleinerung des Waſſerraumes ſowie durch Reduktion der Materialſtärken infolge kleinerer Rohrdurchmeſſer und Dampfdruck von innen als auch durch die Steigerung der Verdampfungskraft durch Forcierung des Betriebes ohne Schaden für den Keſſel. Die Waſſerrohrkeſſel haben überdies den Vorteil, daß ſie ſich in kürzeſter Zeit dampfklar ſtellen laſſen. Die anfänglichen Nachteile der Waſſerrohrkeſſel, Neigung zum Ueberkochen und Erzeugung naſſen Dampfes, erforderliche aufmerkſame Bedienung im beſonderen mit Bezug auf die Keſſelſpeiſung, ſind zum Teil durch geeignete Vorrichtungen und ſelbſttätig wirkende Apparate gehoben; die weiteren Nachteile, mangelhafte Konſervierung und Kontrolle ſeiner einzelnen Teile ſowie Empfindlichkeit gegen Verſchmutzen, laſſen eine Einführung der Waſſerrohrkeſſel in der Handelsmarine noch nicht aufkommen, dagegen haben ſich dieſe auf Kriegsſchiffen allgemein eingebürgert ([3], [15], [26], [27], [29]). Die Zahl der einzelnen Keſſeltypen iſt eine ſehr große und ſollen hier nur die gebräuchlichſten in ihren neueſten Formen erörtert werden. Die Wirkungsweiſe der Waſſerrohrkeſſel iſt durch einen ſtändigen Kreislauf des Waſſers bedingt, der verhindert, daß die Waſſerrohre glühend werden und verbrennen oder aufreißen. Je lebhafter der Waſſerumlauf iſt, deſto ſtärker kann forciert werden und deſto enger können die Waſſerrohre ſein. Die oberen Enden der Waſſerrohre münden in einen gemeinſamen Dampfſammler, die unteren ſind entweder geſchloſſen oder ſtehen mit einem Waſſerſammler in Verbindung. Je nach Form und Anordnung der Waſſerrohre, Sammler und Feuerungsanlage ergeben ſich die mannigfachen Keſſeltypen. Nach der Weite der Waſſerrohre gliedert man die Waſſerrohrkeſſel in weitrohrige und engrohrige Waſſerrohrkeſſel; erſtere liegen meiſt nahezu horizontal, letztere ſind zur Förderung des Waſſerumlaufs ſtark anſteigend angeordnet. Zu den weitrohrigen Waſſerrohrkeſſeln gehören die Belleville-, Lagrafel-d'Alleſt-, Babcock- und Wilcox-, Dürr- und Niclauſſe-Keſſel, zu den engrohrigen die Thornycroft-Schulz-, Normand-, Reed- und Yarrow-Keſſel [3], [9], [13], [15], [20], [23], [24], [25], [28], [30], [33], [34].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Belleville-Keſſel in ſeiner neueſten verbeſſerten Form ſtammt aus dem Jahre 1877. Er beſteht aus geraden, wenig geneigt liegenden ſtählernen Rohren von 115 mm Durchmeſſer und 5—9,5 mm Wandſtärke, die paarweiſe angeordnet und derart an den Enden in Kopfſtücke aus ſchmiedbarem Eiſenguß eingeſchraubt ſind, daß das obere Ende des einen Rohres mit dem unteren Ende des daneben liegenden Rohres in gleicher Höhe liegt. Die Kopfſtücke ſind vertikal übereinander bis zu zehn Lagen angeordnet, und man nennt jeden Rohrſatz ein Glied des Keſſels. Die Keſſel beſtehen aus 6—8 dicht an dicht angeordneten Gliedern; dieſe werden unten mittels koniſcher Rohrſtücke mit dem gemeinſchaftlichen Speiſewaſſerſammelrohr und oben in ähnlicher Weiſe an den höchſten Kopfſtücken mit einem außerhalb der Keſſelumhüllung liegenden Dampfſammler verbunden. Der in den Waſſerrohren ſich bildende Dampf ſteigt in den einzelnen Gliedern bis in den Dampfſammler hinauf und wird in denſelben durch einen beſonderen Dampftrockner auf mechaniſchem Wege entwäſſert. Eine weitere Trocknung des Dampfes erfolgt durch ein in der Dampfrohrleitung zur Maſchine eingeſchaltetes Droſſelventil, in dem die Keſſelſpannung um 5—7 kg/qcm herabgeſetzt wird. Zur beſſeren Ausnutzung der Heizgaſe wird über die Feuerung unterhalb der Rohre Preßluft geblaſen. Um Ablagerungen im Keſſel zu vermeiden, wird das Speiſewaſſer mit einem Zuſatz von Kalkmilch verſehen, bei einem Keſſeldruck von 20 kg/qcm von der Speiſepumpe mit einem Druck von 40—45 kg/qcm in den Dampfſammler gepreßt und zerſtäubt. Bei der hierdurch erfolgenden raſchen Erhitzung ſcheiden ſich die aufgelöſten Beſtandteile ab und gelangen dann durch die Umlaufrohre, die von den Enden des Dampfſammlers durch Schlammfänger zu dem Waſſerſammelrohr führen, in die Schlammfänger, wo ſie ſich ablagern, ehe ſie in den Speiſewaſſerſammler zurückgelangen und von wo ſie von Zeit zu Zeit abgeblaſen werden. Wegen des geringen Waſſerraumes und der hieraus ſich ergebenden Neigung zum Ueberkochen iſt eine Vorrichtung vorgeſehen, welche die Speiſewaſſerzuführung ſelbſttätig reguliert. Neuerdings hat Belleville ſeine Keſſel zur Erzielung eines geringeren Kohlenverbrauchs mit einem Speiſewaſſervorwärmer verſehen, der oberhalb des Dampfſammlers im Rauchfang angeordnet iſt, von gleicher Konſtruktion wie der Dampferzeuger, aber beſtehend aus Röhren von geringerem Durchmeſſer. Gepreßte Luft wird in den Rauchfang zwiſchen beide Syſteme eingeführt, während das Speiſewaſſer zu dem Vorwärmer geleitet wird und von dieſem in den Dampfſammler gelangt [20]. Der Belleville-Keſſel hat in der engliſchen Kriegsmarine die weiteſte Anwendung gefunden. Die Hauptmängel des Belleville-Keſſels beſtehen in ungenügendem Waſſerumlauf, Verroſten der oberen Rohre und Rohrköpfe und Verbrennen der unteren, dem Feuer ausgeſetzten.

Der Lagrafel-d'Alleſt-Keſſel gehört zu den Waſſerkammerkeſſeln. Die Rohre, die an den Enden in je eine gemeinſchaftliche Waſſerkammer münden, werden aus Stahl ohne Schweißnaht gezogen. Die flachen Wände der Waſſerkammern ſind durch Stehbolzen miteinander verſteift, und die äußere Wand erhält zum Reinigen der Rohre Oeffnungen mit aus Stahlblech gepreßten Verſchlüſſen. Zur beſſeren Ausnutzung der Heizgaſe ſind die Zwiſchenräume der unteren ſowie der oberen Rohrreihe durch aufgelegte Schamotteſtücke gedichtet, ſo daß die Heizgaſe durch einen ſeitlichen Rauchkanal in den Schornſtein gelangen. Die Keſſel werden paarweiſe aufgeſtellt. Selbſttätige Speiſewaſſerregler ſind nicht vorhanden, doch wird dem Speiſewaſſer auch etwas Kalkmilch zugeſetzt. Die Keſſel ſind empfindlich beim Anheizen und haben vorzugsweiſe in der franzöſiſchen Kriegsmarine Eingang gefunden ([3], [9], [13], [15]).

Der Babcock- und Wilcox-Keſſel (vgl. Bd. 1, S. 430) iſt ein Zwiſchenglied zwiſchen den Waſſerkammer- und den Gliederkeſſeln, indem die Waſſerkammern in eine Anzahl Glieder getrennt ſind. Näheres in [3], [13], [15], [20], [21].

Die Keſſel von Dürr und Niclauſſe ſind gleichfalls Waſſerkammerkeſſel, bei welchen der Waſſerumlauf in den geneigten Waſſerrohren durch Zirkulationseinſteckrohre erzielt wird. Die hintere Waſſerkammer kommt bei ihnen in Wegfall, und die nur in ihren vorderen Enden feſtgehaltenen Rohre können ſich demnach frei ausdehnen. Die Dürr-Keſſel (vgl. Bd. 3, S. 154) kommen in größerer Zahl in der deutſchen Kriegsmarine zur Einführung ([3], [15], [24]). Der Niclauſſe-Keſſel hat mit dem Dürr-Keſſel die Fieldſchen Rohre, mit dem Babcock- und Wilcox-Keſſel die getrennten, wellenförmig geſtalteten Waſſerkammern gemeinſam. Letztere ſtehen freilich direkt mit dem Dampfſammler in Verbindung. Die Waſſerkammern ſind mit der zur Aufhängung der Einhängerohre erforderlichen Scheidewand aus ſchmiedbarem Eiſenguß hergeſtellt. Das Speiſewaſſer tritt oben in den Dampfſammler ein, und zwar in ein beſonderes Gefäß, in dem ſich die Beimengungen ablagern können und von dem dieſelben von Zeit zu Zeit abgeblaſen werden ([3], [9], [13], [15], [20], [21], [24]). Dürr- und Niclauſſe-Keſſel beſitzen keine beſonderen Dampftrockner und Speiſewaſſerregler.

Die engrohrigen Waſſerrohrkeſſel mit gekrümmten Rohren ſind am zahlreichſten vertreten; ſie zeichnen ſich durch hohe Elaſtizität und ſchnelles Anheizen ſowie geringe Waſſermenge und ſtarken Umlauf des Waſſers aus und kochen dementſprechend weniger leicht über; ſie ſind daher die leiſtungsfähigſten für vorübergehende Forcierung. Die Mängel beſtehen in der Hauptſache in der ſchwierigen Zugänglichkeit und Reinigung bezw. Konſervierung der Rohre. Die Keſſel beſtehen im weſentlichen aus zwei Unterkeſſeln und einem Oberkeſſel, die durch die gekrümmten Waſſerrohre verbunden ſind. Anfänglich hatte man zur Erzielung eines guten Waſſerumlaufs beſonderen Wert auf die Fallrohre, Verbindungsrohre zwiſchen dem Oberkeſſel und den beiden Unterkeſſeln, gelegt, doch hat es ſich gezeigt, daß der Umlauf auch ohne dieſe in genügendem Maße ſtattfindet, und zwar um ſo günſtiger, je lebhafter die Dampfentwicklung iſt. Die Waſſerrohre der Thornycroft-Keſſel haben einen Durchmeſſer von 25—38 mm, und dieſe werden durch koniſche Erweiterung ihrer Enden befeſtigt; ſie münden ebenſo wie beim Moſher-Keſſel, abweichend von den andern Waſſerrohrkeſſeln dieſer Art, in den oberen Teil des Dampfſammlers und werden gegen äußeres Abroſten durch eine äußere Verzinkung geſchützt. Eine innere Verzinkung wird bei längerem Betriebe zerfetzt, und es entſtehen Waſſerſtoffgaſe, die den Keſſel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſowie die Maſchine gefährden können. Die erſte Keſſelform, bei der zwei Unterkeſſel und ein Oberkeſſel vorhanden waren, iſt von Thornycroft dahin geändert, daß die Waſſerrohre vom Oberkeſſel in der Hauptſache zu einem Unterkeſſel geleitet werden, zu deſſen beiden Seiten geräumige Verbrennungskammern angeordnet ſind. Die äußere Begrenzung derſelben bildet je eine Rohrreihe von dicht an dicht liegenden Waſſerrohren, die unten in eine U-förmig gebogene Waſſerkammer eingedichtet ſind und oben in den Dampfraum des Oberkeſſels münden. Zur Trennung des Dampfes von dem mitgeriſſenen Waſſer ſind im Oberkeſſel Winkelbleche angeordnet. Für eine gleichmäßige Speiſung ſorgt ein ſelbſttätiger Speiſewaſſerregler mit Schwimmer, Syſtem Thornycroft. Die neue Keſſelform beſitzt den Vorteil einer größeren Roſtfläche. Auch können die Keſſel bequem zu größeren Gruppen vereinigt werden. Die Thornycroft-Keſſel haben im beſonderen für Torpedoboote die weiteſte Verbreitung gefunden ([3], [9], [10], [13], [15], [20], [21], [23], [24], [25], [28], [34]). Die von Schulz verbeſſerten Thornycroft-Keſſel (Thornycroft-Schulz-Keſſel) ſehen eine mehrfache Heizgasführung um die Waſſerrohre vor, indem einzelne Rohre durch Abbiegen der Rohrreihen ſo eng aneinander angeordnet werden, daß für die Führung der Heizgaſe Rohrwände entſtehen (Fig. 2) Dabei münden alle Rohre in die untere Hälfte des Dampfſammlers und größtenteils unter Waſſer, was durch eine Vergrößerung des Durchmeſſers des Dampfſammlers erreicht wird. Da die den mittleren Unterkeſſel mit dem Oberkeſſel verbindenden Rohre von den Heizgaſen am wenigſten beſtrichen werden und an der unterſten Stelle des Dampfſammlers münden, dienen ſie für den Waſſerumlauf als Fallrohre und können letztere entbehrt werden. Dafür müſſen aber die unteren Seitenkeſſel mit dem mittleren Unterkeſſel durch weite horizontale Rohre verbunden werden, um einen Kreislauf von dem mittleren Unterkeſſel nach den Seitenkeſſeln und von dort zum Oberkeſſel zu ermöglichen [23], [24], [25], [29], [33], [34] (Fig. 2).

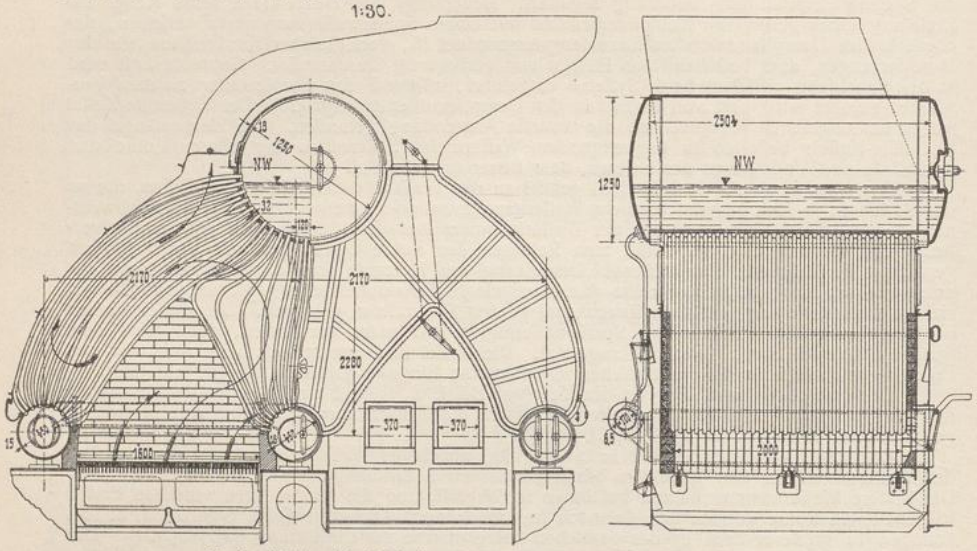


Fig. 2. Waſſerrohrkeſſel Syſtem Schulz für den kleinen Kreuzer „Königsberg“.

Der Waſſerrohrkeſſel von Normand hat in ſeinen Hauptteilen eine große Aehnlichkeit mit dem erſten Thornycroft-Keſſel und beſitzt auch zwei Unter- und einen Oberkeſſel von zylindriſchem Querſchnitt; dagegen ſind die Waſſerrohre anders gekrümmt und münden in den unteren Teil des Dampfſammlers, ſo daß ihre Enden ſtets unter Waſſer liegen. Die Waſſerrohrbündel bilden innen und außen je eine Rohrwand, von welchen die innere im vorderen Drittel, die äußere im hinteren Drittel der Keſſellänge geöffnet iſt, ſo daß die Heizgaſe vorne in die beiden Rohrgruppen eintreten und in horizontaler Richtung nach hinten ziehen können. Vor dem Austritt umſtreichen ſie noch ein vertikales Leitblech. Das Charakteriſtiſche der Normand-Keſſel iſt daher die horizontale Heizgasführung der Länge nach [15], [23]. Der Reed-Keſſel ähnelt dem Normand-Keſſel, er beſitzt eine beſondere Befeſtigungsart der Rohre. Yarrow verwendet zur Verbindung der beiden Unterkeſſel mit dem Oberkeſſel gerade Rohre, während ſie bei dem Blechynden-Keſſel leicht gekrümmt und wie beim verbeſſerten Yarrow-Keſſel ſo eingeſetzt ſind, daß ſie ſich durch entſprechende Verſchlüſſe im Oberkeſſel nach oben leicht entfernen laſſen. Der Yarrow-Keſſel läßt ſich wegen ſeiner geraden Rohre leichter reinigen, beanſprucht aber mehr Höhe als ein krummrohriger Keſſel von gleicher Heizfläche; auch iſt die Heizgasführung weſentlich kürzer als beim Thornycroft-Schulz- und Normand-Keſſel. Dagegen läßt er ſich als Doppelkeſſel ausbilden, wodurch an Raum und Gewicht geſpart wird [23], [25], [29], [30], [33]. Alle dieſe Keſſel ſind mit ſelbſttätigen Speiſevorrichtungen verſehen. Andre Keſſelformen ſind von Du Temple (zwei Arten), Fleming & Ferguſon, Moſher, Ward & White, Herreshoff, Perkins ausgeführt ([3], [9], [10], [13], [15], [20], [21], [23], [25], [28], [30]).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Steigerung der Leiſtungsfähigkeit der Schiffskeſſel führte vor Einführung der Waſſerrohrkeſſel zunächſt zur Verſtärkung des Schornſteinzuges anfänglich durch Schornſteindurchblaſevorrichtungen, dann durch Zuführung von Preßluft unter die Roſte **(Unterwind)**. Dieſer verſtärkte Zug (forced draught) wurde erreicht, indem man entweder die luftdicht verſchloſſenen Heizräume mittels Flügelrädern unter einen Ueberdruck ſetzte oder die Preßluft mittels Kanälen direkt unter den Roſt leitete. Die dem Brennherde hierdurch zugeführte größere Menge Sauerſtoff ſowie die innigere Miſchung desſelben mit den brennbaren Gaſen ermöglichte die Verbrennung einer größeren Menge Kohlen pro Quadratmeter Roſtfläche und ſomit eine ſchnellere Verdampfung. Man ſteigerte die Preſſung des Unterwindes bis auf 150 mm Waſſerſäule, geht jetzt jedoch bei Zylinderkeſſeln nur bis zu 15 mm, bei Waſſerrohrkeſſeln jedoch bis zu 65 mm, da durch den höheren Winddruck die Keſſel mit Bezug auf ihre Haltbarkeit überangeſtrengt wurden. Der von Martin eingeführte induced draught, bei dem durch ein im Schornſteinhals aufgeſtelltes Flügelrad die Heizgaſe angeſaugt werden, hat es zu keinem nennenswerten Erfolg gebracht. Dagegen hat zur Erhöhung der Wirtſchaftlichkeit und zur Schonung der Zylinderkeſſel auf größeren Handelsdampfern die **Vorwärmung der Verbrennungsluft** erfolgreiche Anwendung gefunden [9], [15], [23], [29]. Bei dem Gebläſe von Howden erfolgt die Luftvorwärmung durch ein im Rauchfang eingebautes vertikales Rohrſyſtem, das von den Heizgaſen durchſtrömt und von der Luft umſtrömt wird. Die vorgewärmte Luft wird mit geringem Druck durch Gitterſchieber und Klappen meiſt zu beiden Seiten der Feuertür teils über, teils unter den Roſt geleitet. Ebenſo wirkt die Vorwärmung des Speiſewaſſers ſehr günſtig auf die Herabſetzung des Kohlenverbrauchs. Die bei den Schiffskeſſeln mit niedrigem Arbeitsdruck günſtig wirkenden Ueberhitzer zum Trocknen des Dampfes waren bei den Hochdruckkeſſeln wieder aufgegeben, da überhitzter Dampf eine Schmierung der Kolben und Schieber mit Oel erfordert, wodurch die Keſſel leicht verſchmutzt werden. Bei Flußſchiffen, bei welchen das Speiſewaſſer der Keſſel leicht erſetzt werden kann, hat ſich neuerdings die Dampfüberhitzung wieder eingebürgert, zumal hier bei den meiſt langſam laufenden und mit zweifacher Expanſion arbeitenden Maſchinen die Ueberhitzung ſehr am Platze iſt. Der Schmidtſche Ueberhitzer wird entweder innerhalb des Zylinderkeſſels zwiſchen den Siederohren oder in beſonderen Kammern ſeitlich des Zylindermantels und in Verbindung mit der Rauchkammer oder in dieſer ſelbſt angeordnet. Der Pielock-Ueberhitzer beſteht aus einem eiſernen Kaſten, den die Siederohre des Keſſels durchqueren; er befindet ſich alſo nur innerhalb des Keſſels. Seit Verwendung der Dampfturbinen zum Antrieb der Schiffsſchrauben hat die Dampfüberhitzung wieder an Feld gewonnen, da das Innere der Turbinen nicht mit Oel geſchmiert zu werden braucht. Die Ueberhitzer werden dann mit Waſſerrohrkeſſeln kombiniert und können beim Stoppen und bei Fahrtänderungen ausgeſchaltet werden [32], [33].

Zur Forcierung der Keſſel wird neuerdings die **Oelfeuerung** mit günſtigem

Konſtruktionsdaten von Schiffskeſſeln	Kollerkeſſel	Zylinderkeſſel			Waſſerrohrkeſſel									
		mit durchſchlagender Flamme	mit rückkehrender Flamme	Doppelkeſſel	Lokomotivkeſſel	Belleville	Lagrafel-d'Allest	Niclauſſe	Dürr	Du Temple	Normand	Thornycroft	Yarrow	Babcock & Wilcox
Abſolute Dampfſpannung in kg pro qcm	2—3	6—12	6—16	6—16	10—13	12—20	15	15	15	12—14	15	15	15	15
Zahl der Feuerungen pro Keſſel	3—5	2	2—4	4—8	1—2	1	1	1	1	1	1	1—2	1	1—4
Indizierte Pferdeſtärke pro 1 qm Heizfläche	2,1—3,3	2,7—3,3	2,3—4,0	3,0—4,0	4—6,5	4,5—5,3			3,6	7—9	5—8	4,0	5,0	2,9
Indizierte Pferdeſtärke pro 1 qm Roſtfläche	60—80	110—230	90—150	100—150	200—360	110—143	139—174	131—172	160	247—422	250—460	190—250	250	123
Heizfläche zur Roſtfläche	26—28	39—50	28—44	30—40	42—56	28—32			45	36—46	47	59	50	42
Kohlenverbrauch pro 1 qm Roſtfläche	150	135—230	80—130	90—150	225—350	100—110	116—150	150—116	150	238—300	327	324	330	200
Verdampftes Waſſer in kg pro 1 kg Kohle	8,7	8,2	8,1	8,2	7,5	8,5	8,0—8,75	7,9—8,3	7,85				7,6	7,75
Keſſelgewicht ohne Waſſer pro PSi kg	26—42	33—54	34—48	28—43	13—35	32—48	34,5	27,3—34	28	10,3—13,4	9,7	10,1—17,8		42,0
Keſſelwaſſer pro PSi kg	20—30	24—35	26—30	22—27	4—15	3,0—5	5,5	4,7—6,0	6	1,0—1,6	2,5	1,9—2,8		8,0
Geſamtes Keſſelgewicht pro PSi kg	46—72	57—89	60—78	50—70	17—50	34,5—53	40,0	32—40	34	4,3—15	12,2	12—20,6	12,0	50,0
Geſamtes Keſſelgew. pro 1 qm Roſtfläche t		10—14	10—12	8—9	6—10	5,8	5,9	5,1		3,6—4,5	4,6	4,9	3,0	1,12
Kohlenverbrauch pro PSi (forciert) kg	1,5	1,2	0,9	0,92	1,2	1,5	0,98	0,92		0,9		1,4	1,4	
Kohlenverbrauch pro PSi (günſtigſter) kg	1,2	0,95	0,64	0,65	0,8	0,84	0,84	0,80			0,71	0,7	0,8	
Luftpreſſung mm Waſſerſäule		10—15	25—30	25—30	50	30	50	50	50	80	80	80	80	50

Erfolg eingeführt, und zwar in Verbindung mit der Kohlenfeuerung als gemiſchte Feuerung. Das Braunkohlenteeröl wird unter Druck und Beimiſchung von Dampf oder Preßluft mittels beſonderer Düſen in den Verbrennungsraum zerſtäubt oder ohne Zerſtäubungsvorrichtungen lediglich durch Kompreſſion und Ausſtrömung des komprimierten Oels in feinen Strahlen zur Verbrennung gebracht. Dabei iſt die Bedienung der Feuer die denkbar einfachſte; die Keſſel werden ſehr geſchont, da Abkühlungen der Keſſelwandungen infolge Beſchicken der Roſte vermieden werden, und die Verbrennung kann bei veränderlicher Dampfentnahme ſchneller reguliert werden. Ein Nachteil ſind höhere Betriebskoſten und größerer Dampfverbrauch und die hierdurch notwendige Vermehrung des Zuſatzwaſſers, ſo daß größere Verdampfer erforderlich werden (ſ. Friſchwaſſererzeuger und [19], [28]).

Ueber die Konſtruktion der Roſte, Feuertüren, Aſchfälle, Rauchkammern, Teleſkopſchornſteine, Keſſelfundamente u. ſ. w. ſ. [1], [2], [5], [6], [9]–[15]. Neben den Feuerungseinrichtungen iſt die **Armatur** der Schiffskeſſel für den Betrieb derſelben von großer Wichtigkeit. Sie beſteht aus den Ablaßvorrichtungen — Dampfabſperrventil (ſ. Dampfleitungen für Schiffe), Salzhahn, Grund- oder Entwäſſerungshahn, Ausblaſeventil —, den Speiſevorrichtungen — Speiſeventile oder -hähne, Speiſewaſſerregler für Waſſerrohrkeſſel —, den Sicherheitsvorrichtungen — Manometer, Waſſerſtandszeiger, Probierhähne, Sicherheitsventile, Alarmventil, Luft- oder Entlaſtungsventil —, den Reinigungsvorrichtungen — Mannlöcher, Schlammlöcher [1], [3], [7], [9], [12], [14], [15], [26]. Die Waſſerſtandszeiger müſſen wegen der Neigung des Schiffes in See an jeder Keſſelſeite angebracht werden. Die Sicherheitsventile ſind ſtets direkt belaſtete Federventile; ſie werden meiſt als Doppelventile ausgeführt und ſtehen mit dem Abblaſerohr in Verbindung.

Die **Bekleidung der Schiffskeſſel** zur Verminderung der Wärmeausſtrahlung in die Heizräume und benachbarten Schiffsräume beſteht meiſt aus Aſbeſtmatratzen, die mit einer Schutzdecke von dünnem, verzinktem Eiſenblech verſehen werden. Neben den Hauptkeſſeln findet man, vorzugsweiſe an Bord von Handelsdampfern, einen Hilfskeſſel (Donkey-Keſſel), der im Hafen den Dampf für die Dampfwinden u. ſ. w. liefert; es ſind meiſt ſtehende Fieldſche oder Bellis-Keſſel. — Ueber Bedienung der Schiffskeſſel ſ. [1], [5], [7], [12], [14], [26].

Als **Material für Schiffskeſſel** verwendet man vorzugsweiſe Siemens-Martin-Stahl; kupferne Feuerbuchſen und meſſingene Siederohre ſind trotz des beſſeren Wärmeleitungsvermögens wegen der Gefahr der Korroſion der Keſſel trotz Zinkprotektoren, wegen der verſchiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten ſowie wegen der geringen Feſtigkeit, im beſonderen bei hohen Temperaturen, aufgegeben. Für die feuerberührten Teile iſt weicher Stahl, für die Mäntel u. ſ. w. härteres Material, neuerdings auch Nickelſtahl, gebräuchlich (vgl. Schiffbaumaterialien). Ueber die Feſtigkeit und Dehnung der Stahlbleche für Schiffskeſſel, über die Bemeſſung der Wandſtärke der Keſſelwände und Feuerrohre, über die Verankerungen ſowie Vernietungen, die Kaltwaſſerdruckprobe u. ſ. w. ſind von den Schiffsklaſſifikationsgeſellſchaften — Engliſcher Lloyd, Germaniſcher Lloyd, Bureau Veritas — ſowie dem engliſchen Board of Trade beſondere Beſtimmungen und Berechnungen feſtgeſtellt [16]—[18], [31]. Ueber die Hauptkonſtruktionsdaten und die Leiſtungsfähigkeit von Schiffskeſſeln gibt die Tabelle auf S. 673 Aufſchluß.

Literatur: [1] Busley, C., Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. — [2] Derſ., Die Entwicklung der Schiffsmaſchine, Berlin 1892. — [3] Derſ., Die Waſſerrohrkeſſel der Dampfſchiffe, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896. — [4] Lechner, E., Der künſtliche Zug und ſeine Einwirkung auf die Keſſelanlagen, ebend. 1891. — [5] Schwarz-Flemming, Die Keſſelabteilung auf Dampfſchiffen, Berlin 1873. — [6] Wilſon, R., Die Dampfkeſſel, deren Feſtigkeit, Konſtruktion und ökonomiſcher Betrieb, Braunſchweig 1878. — [7] Faſſel, Anleitung für den Betrieb und die Inſtandhaltung der Schiffsdampfkeſſel und Schiffsdampfmaſchinen, Pola 1892. — [8] Haack, R., und Busley, C., Die techniſche Entwicklung des Norddeutſchen Lloyds und der Hamburg-Amerikaniſchen Paketfahrt-Aktien-Geſellſchaft, Berlin 1893. — [9] Seaton, A manual of marine engineering, London 1904. — [10] Sennett, The marine steam engine, London 1897. — [11] Trail, Boilers marine and land; their construction and strength, London 1906. — [12] Shock, Steam boilers, their design, construction and management, New York 1881. — [13] Griffin, S., Marine Boilers, Notes of the years naval progress, Waſhington 1894. — [14] Stromeyer, Marine Boiler, management and construction, London 1907. — [15] Bertin, S. E., Chaudières marines, Paris 1902. — [16] Lloyd's register, Rules and Regulations, London (jährlich). — [17] Germaniſcher Lloyd, Vorſchriften für den Bau und die Ausrüſtung von eiſernen und ſtählernen Seeſchiffen, Roſtock (jährlich). — [18] Bureau Veritas, Reglement für ſtählerne Schiffe, Paris (jährlich). — [19] Busley, C., Die Verwendung flüſſiger Heizſtoffe für Schiffskeſſel, Berlin 1887. — [20] Naftoupil, Die Waſſerrohrkeſſel und ihre Verwendung auf Kriegsſchiffen, Mitteilungen aus dem Gebiete des Seeweſens, Pola 1894. — Ferner: [21] Engineering, London; Marine Boilers; Watertube Boilers. — [22] Mitteilungen aus dem Gebiete des Seeweſens, Pola 1893/97. — [23] Bauer, G., Berechnung und Konſtruktion der Schiffsmaſchinen und -keſſel, Berlin 1908. — [24] Klamroth, Leitfaden für den Unterricht in der Maſchinenkunde, Berlin 1907. — [25] Dietrich, Der moderne Dampfkeſſel der Kriegs- und Handelsmarine, Roſtock 1908. — [26] Hartig, Aus der Praxis — Für die Praxis, Bremerhaven 1908. — [27] Müller-Benetſch, Die Schiffsmaſchine, ihre Konſtruktionsprinzipien, Anordnung und Bedienung, Braunſchweig 1908. — [28] Robertſon, L. L., Marine boilers, their construction and working, London 1906. — [29] Mentz, W., Schiffskeſſel, Handbuch für Konſtruktion und Berechnung, Berlin 1907. — [30] Malfatti, V., Caldaie a tubi d'aqua e loco impiego sulle navi da guerra, Mailand 1907. — [31] Hartmann, K., Die geſetzlichen Beſtimmungen betr. die Genehmigung und Unterſuchung der Schiffsdampfkeſſel, Hamburg 1905. — [32] Mehlis, H., Die Dampfüberhitzung und ihre Verwendung im Schiffsbetriebe, Jahrbuch der Schiffbautechn. Geſellſchaft, Berlin 1907. — [33] Mentz, Deutſcher Schiffbau, Berlin 1908. *T. Schwarz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schiffsklaſſifikation bildet neben dem Schiffbau, der Reederei und der Seeverſicherung einen wichtigen Zweig des Seegewerbes im allgemeinen. Die Schiffsklaſſifikationsgeſellſchaften ſind das Bindeglied zwiſchen den Reedern und Schiffsmaklern, den Seeverſicherungsgeſellſchaften und den Schiffbauern; ſie geben den Seeverſicherungsgeſchäften oder den Aſſekuradeuren, welche die Verſicherung eines Schiffes ſowie ſeiner Ladung gegen Seegefahr übernehmen, Auskunft über die Vertrauenswürdigkeit und Seetüchtigkeit eines Schiffes, und bilden ſowohl eine Kontrollbehörde für die Schiffsreeder einerſeits, als auch für die Schiffbauer anderſeits. Sie dienen hierbei dem gemeinnützigen Zweck, das Vertrauen zur Schiffahrt zu heben.

Ihre Aufgabe beſteht darin, beim Bau der Schiffe das Material ſowie ihre Ausrüſtung zu prüfen und für den Schiffsrumpf entſprechend den Abmeſſungen und Beſtimmungen des Schiffes die Materialſtärken vorzuſehen. Zugleich übernehmen ſie beim Bau der Schiffe durch ihre Angeſtellten (Schiffsbeſichtiger oder Experten) die Bauaufſicht und erteilen jedem Neubau nach dem zum Einbau gelangenden Material und ihren Abmeſſungen eine beſondere Klaſſe. Zur Aufrechterhaltung dieſer Klaſſe wird dann das fertige Schiff in beſtimmten Zeitabſchnitten mit Bezug auf die Dauerhaftigkeit und Zuverläſſigkeit des Schiffsrumpfes, der Maſchinenanlage und der Ausrüſtung beſichtigt und bei ungünſtigem Befund bezw. bei Verringerung der Plattenſtärken das Klaſſenzeichen herabgeſetzt. Um den Befrachtern (Schiffsmaklern) ſowie der Seeverſicherung einen Aufſchluß über die Güte des Schiffes jederzeit zu geſtatten, wird von den Schiffsklaſſifikationsgeſellſchaften jährlich ein Schiffsregiſter herausgegeben, in dem die Schiffe in alphabetiſcher Reihenfolge mit ihrer Klaſſe und den wichtigſten Daten über Neubau und Reparatur ſowie dem letzten Beſichtigungstermin aufgeführt ſind. Auf Grund dieſer Schiffsregiſter werden die Schiffe verſichert und befrachtet.

Die erſten Anfänge der Schiffsklaſſifikation fertiger Schiffe reichen bis in das 17. Jahrhundert zurück, doch erfolgte die Gründung beſonderer Geſellſchaften erſt in der erſten Hälfte des 18. Jahrhunderts und entſtehen mit dieſen die erſten Vorſchriften für den Bau und die Ausrüſtung von Seeſchiffen, ſo daß von dieſer Zeit ab erſt ein zuverläſſiges Urteil über die Beſchaffenheit der klaſſifizierten Schiffe zu gewinnen war. Die nachſtehende Tabelle enthält die wichtigſten Klaſſifikationsgeſellſchaften mit ihren Klaſſenzeichen.

Klaſſeneinteilung	Bureau Veritas Paris 1828	Lloyd's Regiſter London 1834	Nederlandsche Vereeniging van Aſſuradeuren Amſterdam 1855	Veritas Austro-Ungarico Trieſt 1858	Regiſtro Italiano Genua 1861	Norske Veritas Chriſtiania 1864	Germaniſcher Lloyd Berlin 1867	Record of American Shipping New York 1867	British Corporation Glasgow 1890	
I. Hölzerne Schiffe.										
I	3/3 1 1 5/6 1 1	A 1 A 1	A 1 A 2 A 3	A II B II	1,00 I I 0,85 I I	A 1 A 2 2 L A 2 2 N	A I A	A 1		
II	5/6 2 1 3/4 2 1	AE 1	B 1 B	B II I	0,85 II I 0,75 II I	B 1 B 2	B I B	A 1½		
III	2/3 3 2 1/2 3 2		C D	C II I C II II	0,65 III II 0,50 III II	C 1 C 2	C L C K			
II. Eiſerne und ſtählerne Schiffe.										
I	I 3/3 1 1	100 A 1 95 A 1	A_1 A_1 ½	A I 4	1,00 A 0,95 A	1 A 1 2 A 1 3 A 1	100 A_4 95 A_4	A 1 20 bis A 1 17	B S	
II	II 3/3 1 1	90 A 1 85 A 1	A_2 A_2 ½	A II 4	0,90 A 0,85 A	1 A 2 2 A 2 3 A 2	90 A_4 85 A_3	A 1 16 bis A 1 13	B S	
III	III 3/3 1 1	80 A 1 75 A 1	A_3 A_3 ½	A III 3	0,80 A 0,75 A	1 B 1 2 B 1 3 B 1	80 A_3 75 A_2	A 1 12 bis A 1 10	B S	

Als Grundlage für die Bauaufſicht der Neubauten ſowie für die terminmäßigen Beſichtigungen dienen nun folgende Beſtimmungen: 1. Klaſſifikationsvorſchriften; 2. Bauvorſchriften für den Schiffskörper, nebſt Einrichtung und Ausrüſtung; 3. Vorſchriften für Maſchinen und Keſſel ſowie Hilfsmaſchinen; 4. Prüfungsvorſchriften für das Baumaterial, für Anker, Ketten, Troſſen, über Takelung, Boote, Rettungsgeräte. Die Bauvorſchriften ſind ferner nach den Fahrten der Schiffe weiter gegliedert und zerfallen in ſolche für kleine Küſtenfahrt, große Küſtenfahrt, atlantiſche Fahrt, lange Fahrt.

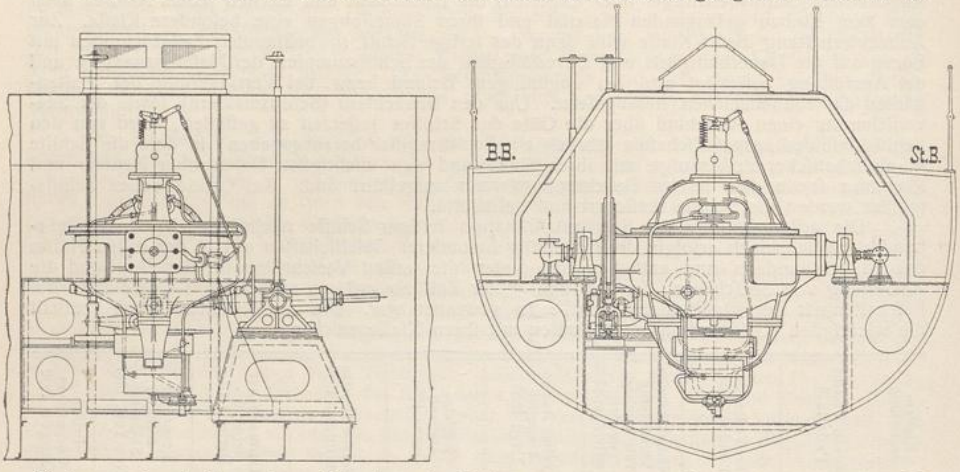
Die Konkurrenz der verſchiedenen Klaſſifikationsgeſellſchaften iſt auf die Entwicklung des Seegewerbes von großem Einfluß geweſen und ſind den wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen derſelben wertvolle Fortſchritte im Schiffbau zu verdanken. Die deutſchen Vorſchriften über waſſerdichte Schotte für Perſonendampfer in außereuropäiſcher Fahrt [2] ſowie die Durchführung eines Tiefladegeſetzes ſind den Beſtrebungen der Schiffsklaſſifikationsgeſellſchaften zu verdanken.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Schwarz, T., und v Halle, Die Schiffbauinduſtrie, Berlin 1902. — [2] Middendorf, Vorſchriften der Seeberufsgenoſſenſchaft über waſſerdichte Schotte für Poſt- und Paſſagierdampfer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897; Vorſchriften des Germaniſchen Lloyd (Berlin), von Lloyd's Regiſter (London), von Bureau Veritas (Paris), jährlich. *T. Schwarz.*

Schiffskreifel von O. Schlick in Hamburg (vgl. Kreifel, Bd. 5, S. 689) bezweckt, die Rollbewegungen des Schiffes im Seegang zu mildern; vgl. Schiffsſchwingungen.

Der erſte Schiffskreifel wurde von Schlick 1906 auf dem Dampfer „Seebär", einem früheren Torpedoboot von 57 t Deplacement, eingebaut. Das Kreifelrad von 502 kg Gewicht iſt durch Anfügung von Schaufelkränzen am Umfang als Dampfturbine ausgebildet und mit ſeiner vertikalen Achſe in einem gußeiſernen Gehäuſe gelagert und dampfdicht eingeſchloſſen. Das Gehäuſe übernimmt die Funktionen des Kreifelrahmens. Zu dieſem Zweck ſind an demſelben hohle Schwingezapfen angebracht, die auf Kugellagern ruhen und zugleich zur Dampfzuleitung und -ableitung dienen. Die Lagerung des Gehäuſes im Schiff zeigt die Figur. Die beiden Bremſen, eine Flüſſigkeits- und eine Bandbremſe, ſind auf Backbord gelagert und können von



Deck aus eingeſtellt werden. Bei einem im Hafen vorgenommenen Verſuch erreichte bei feſtſtehendem Kreifel das in Schwingungen verſetzte Boot erſt nach 20—25 halben Schwingungen einen Ausſchlagwinkel von einem halben Grad, während bei rotierendem Kreifel dieſer Ausſchlagwinkel ſchon nach vier halben Schwingungen ſich ergab. Auch im Seegang verhielt ſich das Boot unter dem Einfluß des Kreifels vorzüglich. Während bei feſtſtehendem Kreifel Neigungswinkel von 15° beobachtet wurden, waren die Schlingerbewegungen bei rotierendem Kreifel faſt verſchwindend. Die ſeitlich heranrollenden Wellen ſchienen unter dem Boot zu verſchwinden und dieſes ſenkte und hob ſich dabei nur wenig und ſanft. Neuerdings iſt der Dampfer „Sylvana" mit einem Schiffskreifel mit Erfolg ausgerüſtet worden.

Literatur: [1] Schlick, Der gyroſkopiſche Einfluß rotierender Schwungräder an Bord von Schiffen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1466. — [2] Derſ., Verſuche mit dem Schiffskreifel, ebend. 1906, S. 1929. — [3] Föppl, Die Theorie des Schlickſchen Schiffskreifels, ebend. 1904, S. 478. *T. Schwarz.*

Schiffslafette, ſ. Lafettierung.

Schiffsmagnetismus, ſ. Kompaß.

Schiffsmaſchine, der Motor bei Dampfſchiffen.

Die Entwicklung der Schiffsmaſchine von der Einführung der Dampfſchiffahrt, im beſonderen von der allgemeinen Einführung des Schraubenpropellers im Jahre 1838 bis zu den neueſten Errungenſchaften des Schiffsmaſchinenbaus bildet eine Kette von mannigfachen Konſtruktionsſyſtemen und praktiſchen Fortſchritten, deren Endglieder eine Steigerung der Maſchinenleiſtung von etwa 50 PS_i des erſten Schraubendampfers „Archimedes" auf rund 70000 PS. der transatlantiſchen Schnelldampfer „Luſitania" und „Mauretania" aufweiſen.

Dieſe enorme Kraftſteigerung konnte nur unter ſtetiger **Vervollkommnung des Geſamtwirkungsgrades** der Maſchinenanlage und entſprechender Herabſetzung des Kohlenverbrauchs ſowie durch allmähliche Einſchränkung des Bedarfs an Gewicht und Raum erreicht werden. Der Geſamtwirkungsgrad der Schiffsmaſchine, d. h. das Verhältnis der nutzbringenden Arbeit des Schiffspropellers für die Fortbewegung des Schiffes zu der im Schiffskeſſel erzeugten Wärmemenge beträgt 0,072—0,08, d. h. von der Heizkraft des Brennmaterials werden nur 7,2—8 % für die Fortbewegung des Schiffes nutzbar gemacht [12]. Der Geſamtwirkungsgrad ergibt ſich aus den Arbeitsverluſten, welche entſtehen 1. bei der Dampferzeugung (Wirkungsgrad der Keſſel $\eta_1 = 0{,}646$); 2. bei der Umſetzung der Wärme in die theoretiſche Dampfleiſtung (theoretiſcher Wirkungsgrad $\eta_2 = 0{,}29$); 3. bei der Arbeitsleiſtung des Dampfes in der Maſchine (Verhältnis der indizierten Dampfleiſtung zum theoretiſchen oder indizierter Wirkungsgrad $\eta_3 = 0{,}6$); 4. durch Reibungs- und ſonſtige Verluſte in den Maſchinentrieben

(mechanischer Wirkungsgrad $\eta_m = 0{,}86$) und 5. durch die Widerstände und Verluste in der Wellenleitung und im Propeller (Propellerwirkungsgrad $\eta_p = 0{,}72$, d. h. $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_m \cdot \eta_p = 0{,}072 - 0{,}08$). — Der größte Verlust entsteht demnach durch die Ausnutzung des erzeugten Dampfes, da die Verdampfungswärme nur zum geringen Teil verwertet werden kann. Anderseits entstehen größere Verluste durch Abkühlung und Kondensation des Dampfes in der Dampfrohrleitung, in den Schieberkasten und in den Dampfzylindern, ferner durch direkte Dampfverluste durch Undichtheiten an Kolben, Schiebern und Stopfbuchsen sowie schließlich durch ungenügendes Vakuum, Widerstände in den Dampfkanälen und Einflüsse der Steuerung. Um diese Dampfverluste herabzusetzen, war man nach Einführung der Oberflächenkondensation und der hierdurch ermöglichten Steigerung der Dampfspannung von 2—16 kg bestrebt, den Dampf in mehreren Zylindern nacheinander expandieren zu lassen, um hierdurch das Temperaturgefälle und die Kondensationsverluste in den Zylindern zu vermindern [9], [12]. Während das Temperaturgefälle bei einer zweifachen Expansionsmaschine — Compoundmaschine — pro Zylinder 45° C. beträgt, bei einer Anfangsspannung von 6 kg, sinkt dasselbe bei den dreifachen Expansionsmaschinen mit einer Anfangsspannung von 10,5 kg auf 38° C. und bei den vierfachen Expansionsmaschinen mit 15 kg Anfangsspannung auf 33° C. Da die Menge des zu verfeuernden Brennmaterials bei Steigerung der Dampfspannung praktisch fast gleichbleibt, so hat die Anwendung einer mehrstufigen Expansion eine beachtenswerte Oekonomie in der Ausnutzung des Dampfes zur Folge. Der Kohlenverbrauch der einfachen Expansionsmaschine betrug 1,3—1,6 kg pro indizierte Pferdestärke und Stunde, derjenige der Compoundmaschine 1,0—1,1 kg, während die neueren dreifachen Expansionsmaschinen nur 0,7—0,9 kg, die vierfachen Expansionsmaschinen sogar nur 0,65—0,7 kg erfordern.

Zur **Vervollkommnung der Dampferzeugung,** d. h. zur Steigerung des Wirkungsgrades des Kessels sind folgende Hilfsmittel eingeführt: 1. Anwendung des künstlichen Zuges zur Steigerung der Verbrennung in den Feuerungen, 2. Vorwärmung der Verbrennungsluft, 3. Ueberhitzung des Dampfes. Der Wirkungsgrad einzelner Kessel ist auf diese Weise bis auf 0,8 gesteigert worden. Der mechanische sowie der Propellerwirkungsgrad haben keine wesentlichen Verbesserungen erfahren, da durch die Vermehrung der Zylinder nebst Gestänge sowie durch die Steigerung der Umdrehungszahlen zum Teil ungünstigere Verhältnisse sich ergaben.

Die **Verminderung des Maschinengewichts** pro indizierte Pferdestärke und im Zusammenhang damit eine Einschränkung des Raumbedarfs wurde erreicht 1. durch die Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit bezw. Vergrößerung der minutlichen Umdrehungszahl der Kurbelwelle; 2. durch Einführung des künstlichen Zuges und Verwendung von Wasserrohrkesseln; 3. durch Verwendung von Baumaterialien hoher Festigkeit. Diese Mittel fanden jedoch vornehmlich nur im Kriegsschiffsmaschinenbau Anwendung, da für den Kriegsschiffbau die Gewichts- und Raumfrage mit Steigerung der Kampfkraft eine brennende wurde und die Höchstleistungen der Maschinenanlage hier nur vorübergehend erforderlich sind. Im Handelsschiffbau, wo für die Maschinenanlage auf einen Dauerbetrieb und auf geringe Reparatur- und Unterhaltungskosten der Hauptwert gelegt wird, ist man mit der Gewichtseinschränkung zurückhaltender geblieben und hat sich die Ausgestaltung der Konstruktion vornehmlich in der Richtung einer gesteigerten Oekonomie bewegt. Die Hammermaschine mit gegossenen Ständern, welche zugleich als Vor- bezw. Rückwärtsgleitbahn für den Kreuzkopf dienen, bildet seit Jahrzehnten den geeignetsten Typ für den Schraubenantrieb. Die Umdrehungszahl der Welle bleibt in den engen Grenzen von 70—95 pro Minute, die Kolbengeschwindigkeit von 3—4,8 m pro Sekunde, während der Kolbenhub für kleine Maschinen von 650 mm auf 1850 mm für die größten Schnelldampfermaschinen wächst. Für Kriegsschiffe ergab sich alsbald eine kaum geahnte Vervollkommnung der Konstruktion zugunsten eines geringen Gewichts. Gußeisen ist allein als Material für die Zylinder geblieben, während Stahl als Schmiedestahl, Nickelstahl und Stahlformguß sowie Bronze hoher Festigkeit und Dehnung weiteste Verwendung fanden; dabei höhlte man Maschinenteile, bohrte Wellen, Stangen und Zapfen aus und ersetzte die gegossenen Ständer durch stählerne Säulen. Die Vergrößerung der Umdrehungszahl von 120—140 bei Linienschiffen, bis zu 300—400 bei Torpedofahrzeugen sowie der Kolbengeschwindigkeit, entsprechend von 4—6 m pro Sekunde, gestattete den Hub und damit die Zylinderabmessungen zu verringern, während der Wirkungsgrad der aus Bronze hoher Festigkeit gegossenen Schrauben nicht wesentlich beeinträchtigt wurde. Die Steigerung der Umdrehungszahl sowie der Kolbengeschwindigkeit bedingt zwar eine Vergrößerung der Lagerflächen und der Zapfendrücke, doch konnten diese Beanspruchungen durch vollkommenere Schmierung und Wasserkühlung aufgenommen werden, und überdies wurde die Gleichmäßigkeit des Ganges der Maschine und dementsprechend die Beanspruchung der Welle und des Schiffskörpers durch die Verwendung von Drei- und Vierzylindermaschinen eine günstigere [3], [6], [7], [9]—[12], [15], [16].

Die Steigerung der Kolbengeschwindigkeit brachte bei großen Maschinenleistungen ferner den Vorteil mit sich, daß man bei Wahl der dreifachen Expansionsmaschine für den Niederdruckzylinder einen angemessenen Durchmesser erreichte. Derselbe wird im allgemeinen nicht über 2,7 m gesteigert, weil einesteils bei den gewaltigen Zylindern durch die großen schädlichen Räume sowie die sich steigernde Reibung und Kondensation des Dampfes größere Arbeits- und Dampfverluste entstehen, anderenteils die Anfertigung und Montage so großer Zylinder Schwierigkeiten bereitet. Man ist daher vielfach genötigt, den Niederdruckzylinder in zwei Zylinder zu teilen, was eine erhebliche Gewichtsvermehrung und eine größere Länge der Maschine zur Folge hat. Die dreifache Expansionsmaschine ist überdies gegenüber der Compoundmaschine insofern im Vorteil, als die Anfangsbelastung der Gestänge trotz des mittleren höheren Dampfdrucks erheblich niedriger wird, so daß die Abmessungen der Gestänge, Kurbelwellen, Grundplatten u. s. w. leichter gewählt werden können, um so mehr, als der Tangentialdruck infolge der Dreikurbelanordnung gleichmäßiger verteilt ist und die Vibrationen der Maschine geringer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ausfallen [1], [2], [4], [5], [7]—[11]. — Die dreifache Expansionsmaschine fällt daher trotz des höheren Dampfdruckes und des dritten Zylinders nebst Gestänge nicht wesentlich schwerer und teurer aus als die Compoundmaschine.

Auch in bezug auf leichte und sichere Manövrierfähigkeit steht die dreifache Expansionsmaschine allen andern Arten voran und bildet infolgedessen den Haupttyp der Schiffsmaschine (Fig. 1). Dieselbe wird in den verschiedensten Bauweisen und Größen ausgeführt und variieren dementsprechend die Zylinderverhältnisse und die Gesamtexpansion. Nimmt man für die einzelnen Zylinder ein gleiches Temperaturgefälle an, so ergeben sich für einen Anfangsdruck des eintretenden Dampfes von 10,5 kg/qcm und 181° C. Temperatur und einer Temperatur von 67° C. am Ende der Expansion des Dampfes im Niederdruckzylinder entsprechend einem Enddruck des Dampfes von 0,3 kg/qcm folgende Werte:

	Temperatur	Temperaturgefälle	Absolute Spannung	Volumen
Hochdruckzylinder . .	181° C.	38°	10,5 kg/qcm	0,19 cbm
Mitteldruckzylinder . .	143° C.	38°	4,0 „	0,48 „
Niederdruckzylinder . .	105° C.	38°	1,25 „	1,42 „
Kondensator	67° C.	38°	0,30 „	5,43 „

Die Zylindervolumina müssen sich daher verhalten wie 19:48:142 oder wie 1:2,53:7,47. In der Praxis nimmt man das Temperaturgefälle im Hochdruckzylinder etwas kleiner, da der Dampf bei hohem Druck gegen Abkühlung empfindlicher ist, und wählt demnach auch den Zylinder kleiner, so daß das Verhältnis von 1:2,6:6,7 einen Mittelwert darstellt. Folgende Tabelle gibt für die Haupttypen über Gesamtexpansion und Zylinderverhältnis gebräuchliche Werte [9]—[12].

	Torpedofahrzeuge	Kleine Kreuzer	Linienschiffe. Große Kreuzer. Schnelldampfer	Frachtdampfer
Kesselüberdruck in Atmosphären	12—18	12—18	12—16	11—16
Gesamtexpansion	6—7,5fach	7—8fach	8—10fach	9,5—12fach
Zylinderverhältnis	1:2,2:4,8	1:2,3:5,5	1:2,6:6,5	1:2,8:7,0
Füllung im Hochdruckzylinder .	65—80%	70—76%	70—75%	60—70%

Für die Berechnung des Durchmessers des Niederdruckzylinders muß der mittlere auf den Niederdruckzylinder reduzierte Druck mit einem Völligkeitskoeffizienten multipliziert werden, welcher sich je nach Anordnung der Dampfkanäle und Schieber für dreifache Expansionsmaschinen auf 0,50—0,61 stellt [1], [2], [8]—[11]. Die dreifachen Expansionsmaschinen mit Kesselspannungen von 10—12 kg/qcm Ueberdruck haben einen Kohlenverbrauch von 0,65—0,75 kg pro Stunde und indizierte Pferdestärke erzielt, also ein Fortschritt gegenüber der Compoundmaschine von 25—30%.

Für den **gleichmäßigen Gang** ist es wünschenswert, die Anfangsdrücke auf den Kolben der einzelnen Zylinder sowie die von denselben zu übertragenden Arbeitsleistungen nach Möglichkeit gleichzumachen, was auch in bezug auf Beanspruchung der Gestänge von großem Werte ist. Da man Anfangsdruck, Arbeit und Temperaturgefälle in den Zylindern nicht gleichmachen kann, so muß man zwischen denselben vermitteln. Bei praktischen Ausführungen kommen neben dem Zylinderverhältnis auch die Dampfverteilung und die Kurbelanordnung in Frage. Bei Kriegsschiffen treten insofern besondere Verhältnisse auf, als die Haupterfordernisse nicht allein der größten Leistung der Maschine, sondern auch einer der Marschgeschwindigkeit von etwa 11 Knoten entsprechenden bedeutend verminderten Maschinenleistung möglichst angepaßt werden müssen, wodurch das Verhältnis der Zylinder vielfach abweicht [2], [9]—[11]. — Die Dampfverteilung wird meist so geregelt, daß der Hochdruckzylinder mit einer Füllung von 0,6—0,75, der Mitteldruckzylinder mit einer Füllung von 0,55—0,65 und der Niederdruckzylinder von 0,6 arbeitet, so daß im allgemeinen von der Verwendung von besonderen Expansionsschiebern abgesehen wird. Ferner ist es von großer Wichtigkeit, die Dampfgeschwindigkeiten in den Kanälen und Ueberleitungsrohren derart festzusetzen, daß sie in den größeren Einströmkanälen 40 m pro Sekunde, bei den kleineren 30 m pro Sekunde nicht übersteigen, in den Ausströmkanälen bezw. Rohren jedoch unter 30 m bezw. 25 m bleiben. Auch ist es von Vorteil, Ventile, Knie oder bedeutende Querschnittsänderungen zu umgehen, um Spannungsverluste in den Zylindern und ihren Zwischenkammern zu vermeiden, wodurch im besonderen der Völligkeitskoeffizient beeinflußt wird. Aus diesem Grunde erklärt es sich auch, daß bei den Kolbenschiebern des Nieder- und Mitteldruckzylinders infolge der meist sehr gewundenen Zuleitungskanäle ein größerer Arbeitsverlust entsteht, als durch die größere Reibung der Flachschieber verursacht wird, so daß man bei dem Mitteldruckzylinder vielfach, bei dem Niederdruckzylinder fast immer von Kolbenschiebern absieht. Der schädliche Raum ist in Prozenten des Zylindervolumens bei Kolbenschiebern im Durchschnitt 12—18%, bei Flachschiebern 8—14% ([2], [3], [9]—[11]).

Nach [7] berechnet man die Zylinderdurchmesser des Hoch- und des Mitteldruckzylinders nach dem des Niederdruckzylinders unter Berücksichtigung der Füllungsgrade der Zylinder wie folgt:

$$\text{Areal des Hochdruckkolbens} = \frac{\text{Areal des Niederdruckkolbens}}{\text{Füllung des Hochdruckzylinders} \cdot \text{Gesamtexpansion}},$$

$$\text{Areal des Mitteldruckkolbens} = \frac{\text{Areal des Niederdruckkolbens}}{1{,}1 \cdot \sqrt{\text{Niederdruckzylindervolumen} : \text{Hochdruckzylindervolumen}}}.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Da bei Verwendung von zwei Kurbeln, wobei der Hochdruckzylinder entweder über dem Mitteldruckzylinder oder über dem Niederdruckzylinder steht, eine gleiche Anfangsbeanspruchung des Gestänges für beide Kurbeln und eine gleiche Arbeitsleistung nicht angenähert zu erreichen ist, so führt man neue Maschinenanlagen nur mit drei Zylindern und drei Kurbeln aus, welche alsdann um 120° versetzt sind, wodurch eine gleichmäßigere Beanspruchung der Kurbelwelle und eine geringere Abnutzung der bewegten Maschinenteile erreicht wird.

Die Kurbelfolge ist von großer Wichtigkeit für die Ausnutzung des Dampfes, da die Kompression desselben in den Zwischenkammern sowie die Tangentialdrucke hiervon abhängen. Die vorangehende Hochdruckkurbel ist für ökonomische Leistungen am günstigsten, erfordert

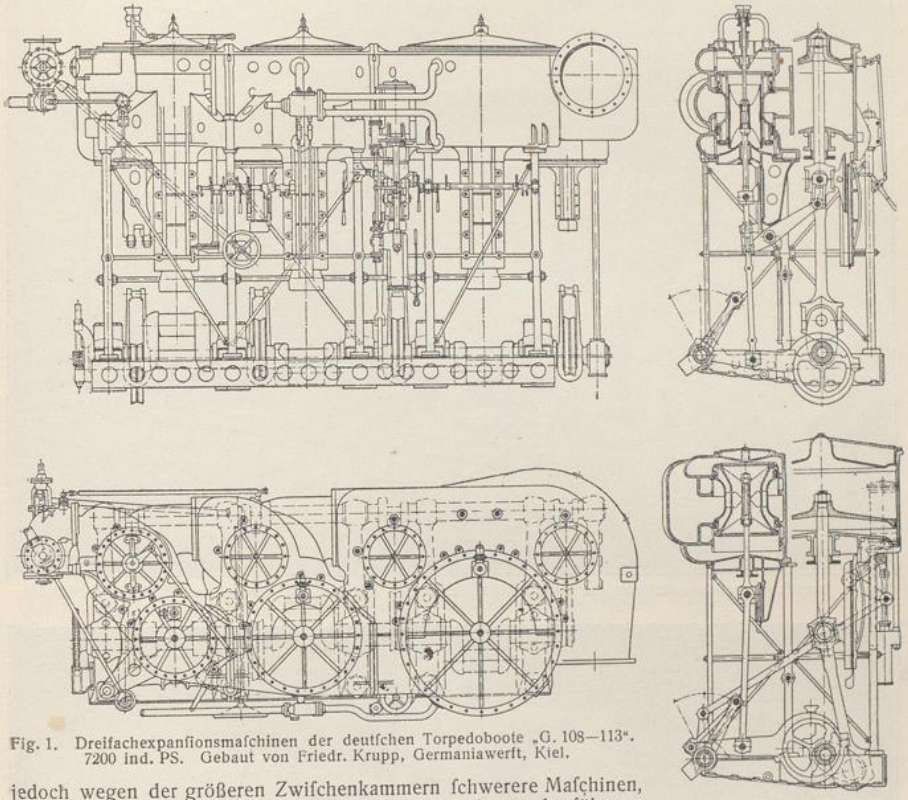


Fig. 1. Dreifachexpansionsmaschinen der deutschen Torpedoboote „G. 108—113". 7200 ind. PS. Gebaut von Friedr. Krupp, Germaniawerft, Kiel.

jedoch wegen der größeren Zwischenkammern schwerere Maschinen, so daß die vorangehende Niederdruckskurbel auch zur Ausführung kommt [2], [9]—[11].

Die dreifache Expansionsmaschine wird vorzugsweise als Hammermaschine gebaut und die Reihenfolge der Zylinder ist meist H.D., M.D., N.D., doch findet man auch die Folge H.D., N.D., M.D., was in der Hauptsache von der Wahl der Steuerung abhängig ist. Man strebt im allgemeinen danach, die ganze Maschine als steifes Ganzes auszubilden zur Vermeidung von Schiffsschwingungen. Bei großen Maschinenanlagen (Fig. 3) sucht man die einzelnen Zylinder voneinander getrennt auf den Maschinenständern bezw. Säulen zu lagern und nur durch einzelne Zugstangen miteinander und dem Schiffskörper zu verstreben, damit sich die einzelnen Zylinder gemäß den verschiedenen Dampftemperaturen selbständig ausdehnen können (die Zwischenkammern werden dann als gekrümmte Dampfrohre ausgeführt); bei kleinen Maschinen, wo die Ausdehnung der Zylinder keine Rolle spielt, werden die einzelnen Zylinder mit den gußeisernen Zwischenkammern zu einem starren Ganzen verschraubt, so daß sie in Verbindung mit der gemeinsamen Grundplatte einen soliden Träger darstellen, der die Kippmomente und Vibrationen der einzelnen Teile vollkommen aufnimmt (Fig. 1 und 2) [4], [9], [16].

Die **Zylinder der Schiffsmaschinen** werden aus Gußeisen hergestellt und sind in der Regel mit Einsatzzylindern aus Stahl für den H.D.-Zylinder und aus härterem Gußeisen für M.D.- und N.D.-Zylinder versehen, die am Zylinderboden mittels Flanschen verschraubt und oben zur Herstellung eines Dampfmantels stopfbuchsenartig gedichtet werden. Die Form der meist aus Stahlformguß hergestellten Zylinderdeckel richtet sich nach der Gestalt der Kolben; sie erhalten nur bei den Maschinen der Handelsdampfer, wo der Höhe nach Raum genug vorhanden ist, Oeffnungen mit Stopfbuchse für den Durchgang der verlängerten Kolbenstangen. In gleicher Weise ist der Zylinderboden der konischen Form des Kolbens entsprechend nach oben gezogen, um für die Kolbenstangenstopfbuchse an Platz zu gewinnen. Die Stopfbuchsen der Zylinder erhalten Metallpackung [9], [8]—[11], [15].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

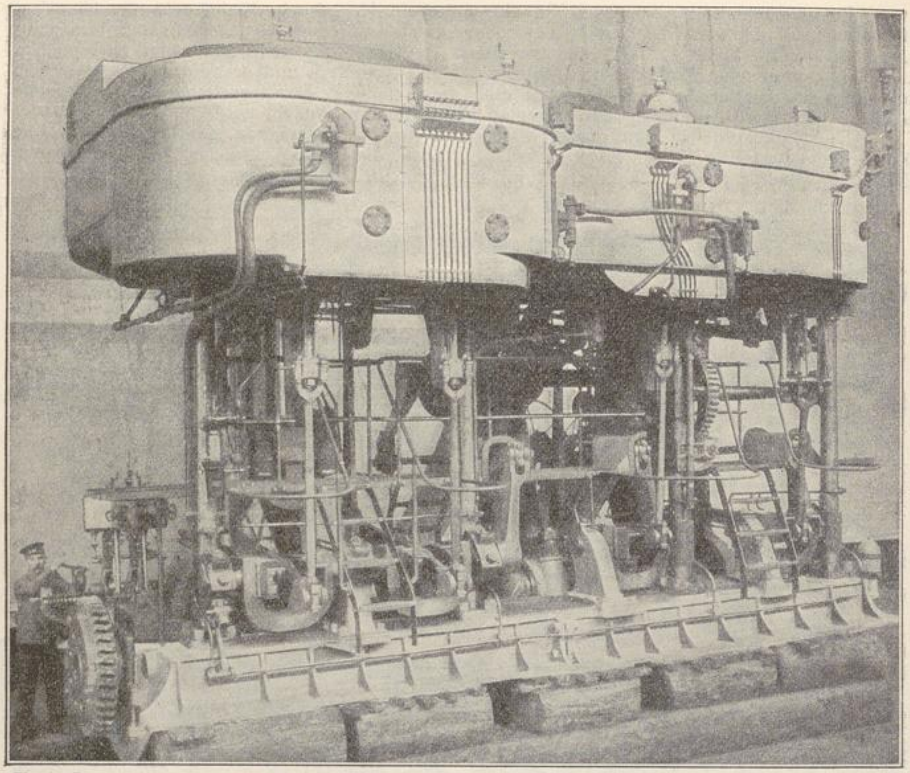


Fig. 2. Dreifachexpansionsmaschinen des Linienschiffs „Schlesien", 1700 ind. PS. Gebaut von F. Schichau, Elbing.

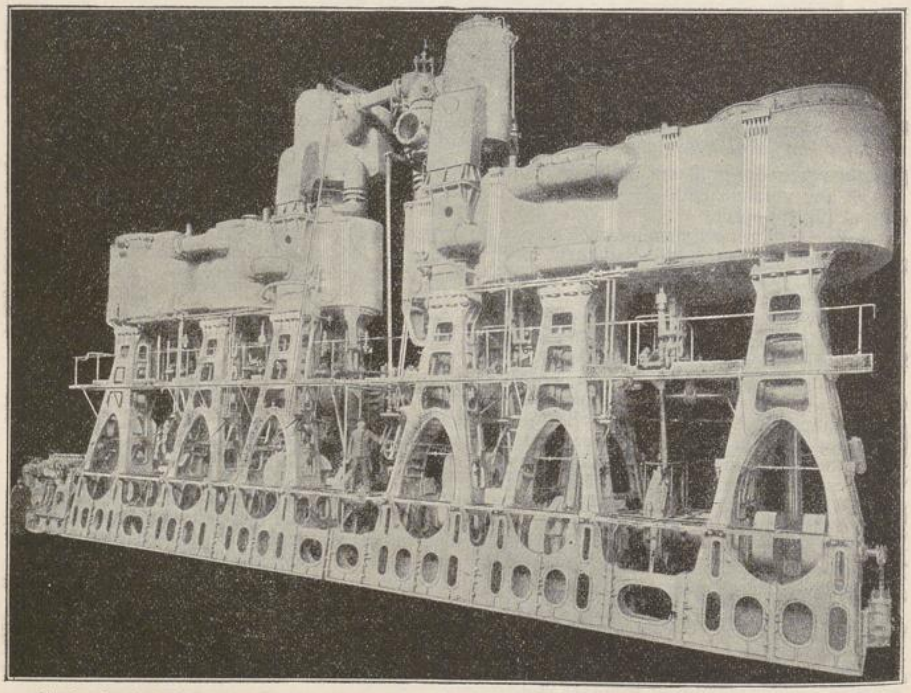


Fig. 3. Zwei vierfache Expansionsmaschinen von je 11250 ind. PS. des Schnelldampfers „Kaiser Wilhelm II." Gebaut von der Aktiengesellschaft Vulcan, Stettin.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die **Kolben** werden entweder aus Stahlformguß oder geschmiedetem Stahl meist in konischer Form gefertigt; als Liderung findet man in Hoch- und Mitteldruckzylindern die Ramsbottom-Ringe, in den Niederdruckzylindern dagegen die Buckley-Ringe vorherrschend. Besondere Sorgfalt erfordern die Sicherungen der Kolbendeckelschrauben. Die Gestängeteile, wie Kolben- und Pleuelstangen, Exzenterbügel und Stangen, werden vorzugsweise aus geschmiedetem Stahl hergestellt. Thornycroft hat sogar hohle Pleuelstangen für Torpedobootsmaschinen angewendet. Die Pleuelstangen tragen am oberen Ende bronzene Schalen mit stählernem Deckelstück und an den unteren Köpfen mit Weißmetall gefütterte bronzene Lagerschalen.

Die **Dampfverteilungsschieber** sind bei H.D.- und M.D.-Zylindern meist Kolbenschieber, beim N.D.-Zylinder Flachschieber, doch findet man bei einzelnen Maschinen der Kriegsmarine auch hier Kolbenschieber, jedoch zwei an der Zahl. Die Kolbenschieber, deren Gehäuse zuweilen zur Entlastung der Steuerungsteile aus Aluminium gegossen werden, erhalten stets stählerne Liderungsringe, die durch den Dampfdruck angepreßt werden. Sie laufen in besonderen Einsatzzylindern und werden bei Handelsschiffsmaschinen teilweise mit Spencerschen Gewichtsausgleichungskolben versehen, die in Zylindern auf den Schieberkastendeckeln laufen. Der Schieberspiegel der Flachschieber wird meist mit einer aus härterem Gußeisen gefertigten Platte belegt und durch versenkte Schrauben befestigt. Die Flachschieber für den M.D.-Zylinder werden entlastet konstruiert, während für die Niederdruckzylinder nur Anpreßvorrichtungen und Führungen zur Verhinderung des Abhebens vorgesehen werden. Die praktische Anordnung der Dampfkanäle ist mit Bezug auf die Dampfgeschwindigkeit und Größe der schädlichen Räume von großer Wichtigkeit. Die Lage der Schieber mit Bezug auf den bezüglichen Zylinder hängt von der Art der Schiebersteuerung ab. Will man kurze Maschinen haben, so wählt man eine Steuerung, bei der die Schieber seitlich zu liegen kommen (Heusinger-, Marshall- oder Klug-Steuerung). Bei Maschinen mit Massenausgleich (Schlick) werden die Schieberkästen so placiert, daß sowohl die Zylinderentfernungen als auch die Lage der Exzenter für den Ausgleich günstig werden. Um den Raum auf das äußerste auszunutzen und an Höhe zu sparen, hat Thornycroft für Torpedoboote Maschinen konstruiert, die auf schrägen Säulen montiert sind, deren Kolbenstangen also spitze Winkel miteinander bilden. Als Umsteuerung ist die Stephensonsche Kulisse am verbreitetsten; nächstdem kommen die Steuerungen mit einem Exzenter von Heusinger von Waldegg, Klug, Marshall nebst ihren Abarten häufiger vor, da sie wegen seitlicher Lage der Schieber weniger Raum in der Länge beanspruchen. Die Gelenksteuerung von Joy mit Antrieb von der Pleuelstange ist trotz ihrer Vorteile mit Bezug auf Raum- und Gewichtsersparnis sowie wegen der günstigeren Dampfverteilung bei den verschiedenen Gangarten nicht allgemein durchgedrungen. Die Exzenter werden neuerdings stets mit Weißmetall ausgegossen, um ein Warmlaufen derselben zu vermeiden. Die Umsteuerung erfolgt auch schon bei kleineren Maschinen mittels der Dampfumsteuerungsmaschine mit hydraulischem Sperrzylinder (System Brown) oder durch die sogenannte Rundlaufumsteuermaschine. Expansionsschieber für den H.D.-Zylinder kommen nur selten in Anwendung; zur Aenderung der Füllung der einzelnen Zylinder ordnet man die Umsteuerhebel meist verstellbar an. Die Heusinger-Steuerung bietet den Vorteil, daß man mit derselben eine Füllungsänderung von 0,4—0,65 erzielen kann, ohne die lineare Voreilung zu ändern [1], [3], [4], [6], [7], [9]—[11]. Von Einfluß auf die Gestaltung der Schiffskolbenmaschine war die zu Beginn des Jahrhunderts auftretende Ausbalancierung der Maschine. Mit dem Massenausgleich der Schiffsmaschine haben sich vornehmlich Yarrow und Schlick praktisch und theoretisch beschäftigt; er wurde im besonderen brennend nach Einführung der vierfachen Expansionsmaschine mit vier Kurbeln. Bei den großen Schnelldampfern ergaben sich ferner Maschinen mit vier Kurbeln und sechs Zylindern, von denen vier über den mittleren zwei Kurbeln standen, und schließlich solche mit sechs Kurbeln und acht Zylindern (Fig. 3). Bei Dreikurbelmaschinen ist ein Massenausgleich nur vereinzelt versucht, da ohne Verletzung praktischer Rücksichten die Momente der Massendrücke nicht wegzuschaffen sind.

Die **Grundplatte** der Maschine wird vorteilhaft aus einem Kastenguß hergestellt mit Querbalken für die Kurbelwellenlager; für Kriegsschiffsmaschinen zieht man Stahlformguß vor. Die Zylinderständer aus Gußeisen oder Stahlguß erhalten nach unten eine breitere Basis und werden gegabelt. Sie nehmen zugleich die Gleitbahnflächen für die Kreuzkopfführung auf. Um die Uebersichtlichkeit der Maschinenanlage zu erhöhen, ersetzt man vielfach auf der Seite des Maschinistenstandes die Zylinderständer durch Säulen aus geschmiedetem Stahl mit entsprechender Diagonalverstrebung. Leichte Kriegsschiffsmaschinen, im besonderen für Torpedofahrzeuge, erhalten auf beiden Seiten stählerne Säulen und die Gleitbahn ist dann an besonderen Trägern zwischen den Säulen befestigt. Die Gleitbahnen, aus hartem Feinkorngußeisen gefertigt, werden an der Rückseite stets mit Wasserkühlung versehen. Die aus Stahlguß gefertigten Gleitschuhe der stählernen Kreuzköpfe erhalten Ausfüllungen von Weißmetall [9]—[11], [15].

Die **Pumpen** (die Luftpumpe, die Zirkulationspumpe sowie die Speise-, Lenz- und Klosettpumpen u. s. w.) werden bei Handelsschiffen meist von der Hauptmaschine aus durch Balancier angetrieben, während die Zirkulationspumpe vereinzelt als Kreiselpumpe mit eigner Antriebsmaschine konstruiert wird. Es hat dies den Vorteil, daß beim plötzlichen Stoppen der Maschine ein Ueberleiten des Dampfes vom Kessel in den Kondensator zur Vermeidung von Geräusch und Verlust an Speisewasser möglich ist. Neuerdings bevorzugt man bei Kriegsschiffsmaschinen und Schnelldampfern zum Antrieb der Luft- und sonstigen Pumpen besonderen Maschinenantrieb, während die Speisepumpen als für sich bestehende Dampfpumpen nach dem System von Weise und Monski, Weir oder Blake in den einzelnen Kesselräumen aufgestellt werden. Speisewassererzeuger, Vorwärmer und meist auch Speisewasserreiniger sind neuerdings für Schiffsmaschinen fast unentbehrlich geworden [3]—[5], [7], [13], [15].

Die **Dampfrohrleitung** (s. d.) im Maschinenraum ist sehr verzweigt. Außer dem Haupt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dampfrohr zum Hochdruckzylinder und den Hilfsdampfrohren zu den einzelnen Hilfsmaschinen sind besondere Dampfrohrleitungen vorzusehen zu den einzelnen Zylindern für den Handanlaßschieber, für die Dampfmäntel zum Anwärmen der Maschine u. s. w. Auch sind bei den älteren dreizylindrigen Compoundmaschinen der Kriegsschiffe besondere Verbindungsrohre vorhanden, um alle drei Zylinder mit direktem Kesseldampf zur Steigerung der Leistung versehen zu können. Neben den Dampfrohren sind an allen Zylindern, und zwar an beiden Enden, sowie an den Schieberkasten, den Dampfmänteln, den Dampfrohren und Wasserabscheidern Entwässerungsrohre vorzusehen. Zur Sicherheit des Betriebs wird jeder Dampfzylinder mit folgenden Garniturteilen versehen: Sicherheitsventile und Ausblasehähne im Boden und Deckel des Zylinders, Entwässerungshähne für Schieberkasten und Dampfmäntel, Indikatorrohre mit Stutzen und Hähnen. Besondere Sorgfalt ist auf die Anordnung von ausgiebigen und zum Teil selbsttätigen Schmier- und Kühlvorrichtungen für alle bewegten Teile und ihre Lager zu legen. Die Lagerschalen sind möglichst lang und gut aufliegend herzustellen, um einen möglichst geringen Flächendruck zu erhalten [1], [8], [13], [15], [3]. Zum Drehen der Maschine bei der Montage und für spätere Revisionen ist bei größeren Anlagen eine besondere Drehmaschine mit ausschaltbarem Schneckenradantrieb vorhanden.

Die bei der Vervollkommnung der Dampferzeugung bereits erwähnte **Ueberhitzung des Kesseldampfes** hat neuerdings, namentlich in Verbindung mit der Lentzschen Ventilsteuerung, beachtenswerte Erfolge in der Oekonomie des Betriebes erzielt. Die thermischen Vorteile des überhitzten Dampfes bestehen nicht allein in einer besseren Ausnutzung der Kesselanlage nebst Dampfrohrleitung, sondern auch in der günstigeren Arbeitsleistung des Dampfes in der Maschine, da die Zylinderkondensation selbst bei Fortfall des Dampfmantels abnimmt und bei kleineren Maschinen ein Zurückgehen von der jetzt allgemein üblichen Dreifachexpansion auf die Compoundmaschine möglich ist. Es sind daher bereits für Handelsdampfer als Durchschnitt von zehn Reisen Kohlenersparnisse durch Dampfüberhitzung für eine dreifache Expansionsmaschine von 18% erzielt. In der deutschen Marine ist die Dampfüberhitzung in Verbindung mit der Lentzschen Steuerung auf einem Tender erfolgreich zur Anwendung gelangt, wobei auch das Umsteuern der Maschine keinerlei Anstände gezeigt hat. Wesentlich ausgiebiger wird sich jedoch die Ueberhitzung des Dampfes für Kriegsschiffskessel bei Anwendung des Turbinenbetriebs für den Antrieb der Schiffsschrauben gestalten.

Die **Dampfturbine** hat im Kriegsschiffbau bereits die Kolbenmaschine verdrängt, vornehmlich bei allen Schiffen, wo es sich um hohe Geschwindigkeit und große Krafteinheiten handelt. Der Einführung der Dampfturbine für den Propellerantrieb auf den Torpedofahrzeugen, auf den kleinen und großen Kreuzern wird in kurzem derselbe Antrieb auch für die Linienschiffe folgen, trotz der unerwünschten Beigabe der Marschturbinen sowie der Zuschaltung von Rückwärtsturbinen und trotz des Erkenntnisses, daß der Wirkungsgrad der Schiffsschrauben wegen der erhöhten Umdrehungszahl und der Steigerung des spezifischen Druckes auf die Flügelfläche sich ungünstiger gestaltet. Wenngleich bei der Höchstleistung der Maschinenanlage der Turbinenantrieb gegenüber der Kolbenmaschine einen günstigeren Kohlenverbrauch erzielt hat, so hat sich der Gesamteffekt von Turbine und Propeller gegenüber dem der Kolbenmaschine und Propeller bisher erst bei den Torpedofahrzeugen günstiger gestaltet. Bei abnehmender Umdrehungszahl und in noch stärkerem Maße bei abnehmender Leistung, wie es bei Kriegsschiffen für die Marschgeschwindigkeit allgemein eintritt, steigt der Dampfverbrauch pro effektive Pferdestärke sehr schnell, so daß bei verminderter Geschwindigkeit sich die Turbine der Kolbenmaschine wesentlich unterlegen zeigt. Die Mittel zur Erhöhung der Oekonomie bei verminderter Geschwindigkeit bestehen in der Vorschaltung von Marschturbinen (Parsons) und entsprechender Erhöhung der Stufenzahl oder darin, daß man der Hauptturbine in dem gleichen Gehäuse mehrere Stufen vorschaltet, die bei der Höchstleistung freilich im Dampfdruck der ersten arbeitenden Stufe leer mitlaufen und Reibungsverluste verursachen (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft). Immerhin weist die Turbine auch für die Marschleistung insofern Vorzüge auf, als die Oekonomie sich selbst nach längerem Betriebe kaum ändert, während diese bei der Kolbenmaschine bei starker Inanspruchnahme abnimmt. Daneben bringt der Turbinenantrieb noch weitere Vorteile mit Bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Die Bedienungs- und Unterhaltungskosten sind günstiger, der Oelverbrauch ist geringer, das Kondensat bleibt ölfrei, so daß weder Kondensator noch Kessel frühzeitig verschmutzt werden. Daneben spielen größere Sicherheit des Betriebs sowie das Fehlen von Schiffsvibrationen eine beachtenswerte Rolle. Dagegen haben sich die bei Einführung der Dampfturbine gehegten Erwartungen auf wesentliche Ersparnisse an Gewicht und Raum gegenüber der Kolbenmaschine bisher nicht erfüllt.

Für Handelsdampfer hat die Dampfturbine wegen des geringen Nutzeffekts des Propellers gegenüber der auf höchste Oekonomie konstruierten Dreifach- und Vierfachexpansionsmaschinen, abgesehen von schnellen Passagierdampfern, für kleine Fahrten noch keine Erfolge erzielen können, da für den Reeder die Rentabilität des Betriebs der ausschlaggebende Faktor ist. Die gewaltige Turbinenanlage der transatlantischen Schnelldampfer „Lusitania“ und „Mauretania“ von rund 70000 PS. (Fig. 4) liefert zwar den Beweis, daß die Dampfturbine mit Bezug auf die Steigerung der Gesamtleistung nicht so beschränkt ist wie die Kolbenmaschine, sie hat jedoch in ihrer Oekonomie die Kolbenmaschine noch nicht erreicht. Dabei tritt bei den transatlantischen Turbinendampfern der weitere Nachteil hinzu, daß sie wegen der kleineren Schrauben beim Andampfen gegen Wind und See erheblich mehr an Fahrt verlieren als Schiffe mit Kolbenmaschinen und entsprechenden Propellern [11], [16], [18], [22]–[24].

Neben dem Dampfturbinenantrieb auf Schiffen hat der Motorantrieb in dem letzten Jahrzehnt gleichfalls der Kolbenmaschine erfolgreiche Konkurrenz gemacht, und zwar in Gestalt des **Verbrennungsmotors.** Die Schwierigkeiten, die sich der Verwendung des Verbrennungsmotors als Schiffsmotor entgegenstellten und die zurzeit noch nicht einwandfrei beseitigt sind, bestehen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

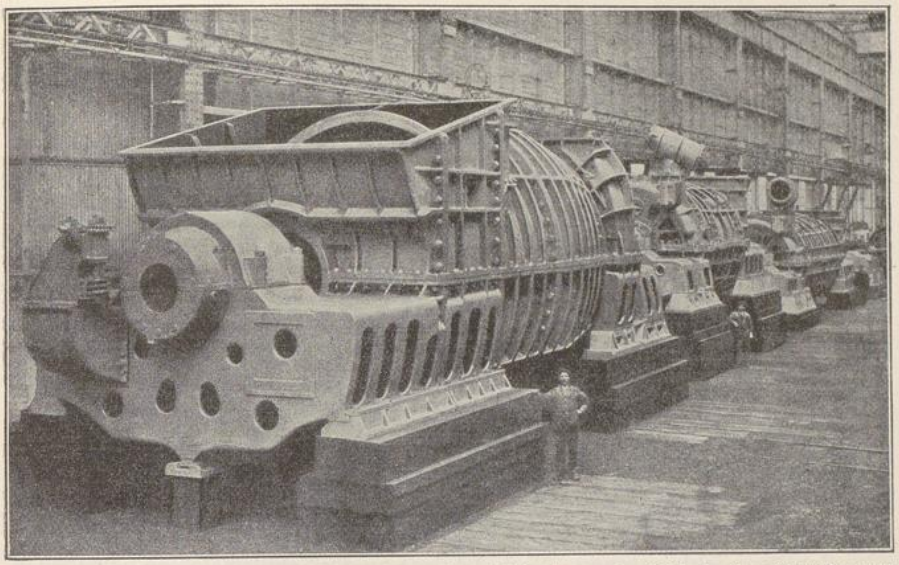


Fig. 4. Ein Turbinenſatz des Schnelldampfers „Mauretania", beſtehend aus einer Niederdruckvorwärtsturbine und einer Rückwärtsturbine für eine innere Welle und einer Hochdruckvorwärtsturbine für eine äußere Welle, in der Werkſtatt montiert. Zwei Sätze zuſammen von 70 000 PS.

darin, daß das Problem des Manövrierens, d. h. des Anlaſſens ſowie des Umſteuerns von Vorwärts- auf Rückwärtsgang nur auf Umwegen ſich erreichen läßt entweder durch Verwendung der Drehflügelſchraube (Meißner, Weihe) oder von Wendegetrieben oder ſchließlich mit Zuhilfenahme von Druckluft. Dieſe Hilfsmittel ſchließen im allgemeinen eine Kraftſteigerung über etwa 150 PSi aus. Auch die ſelbſttätige Umſteuerung des ſchwediſchen Reverſatormotors, für den die Howaldtwerke die Lizenz erworben haben und die durch Vorzündung während der Kompreſſionsperiode und Führung der Steuerorgane umſteuert, iſt bisher auf kleinere Leiſtungen beſchränkt geblieben [18]. Die Umſteuerung der Schraubenwelle mit Hilfe der elektriſchen Uebertragung nach dem del Propoſto-Syſtem [28] oder als reine elektriſche Kraftübertragung iſt zwar ſehr vollkommen, erfordert jedoch verhältnismäßig hohe Anſchaffungskoſten und erhöhtes Gewicht [18]. Der Exploſionsmotor mit Benzin-, Petroleum- oder Spiritusbetrieb hat ſich in der Handelsſchiffahrt für Verkehrsboote, Laſtboote, Vergnügungsjachten, Fiſchereifahrzeuge ſowie als Hilfsmotor für Segelſchiffe, in der Kriegsmarine für Beiboote bereits weiten Eingang verſchafft, während er für Unterſeeboote wegen der leicht flüchtigen Brennſtoffe in den abgeſchloſſenen Räumen nicht ohne Gefahr verwendet werden kann [16]—[18], [20], [25]—[27]. Es kommen daher für Unterſeeboote nur Verbrennungsmotoren in Anwendung, die mit ſchwer flüchtigen Oelen arbeiten. Als ſolcher hat neuerdings der Dieſel-Motor (ſ. d.) das Feld erobert. Die hohen Anſprüche an die Manövrierfähigkeit der Unterſeeboote und beſonders die Ausnutzung der Maſchinenanlage unter Waſſer bedingt noch heute ein gemiſchtes Maſchinenſyſtem, und zwar über Waſſer direkten Schraubenantrieb durch den Verbrennungsmotor und unter Waſſer elektriſchen Antrieb durch Zuhilfenahme von Akkumulatoren [18]. Dieſel-Motoren ſind bereits für Schiffszwecke bis zu einer Leiſtung von 500—600 PS. gebaut, und zwar für Unterſeeboote ohne Umſteuerung, da die Manövrierfähigkeit durch den elektriſchen Antrieb erzielt wird, für Handelsſchiffe jedoch auch umſteuerbar, wobei das Anlaſſen ſowie das Umſteuern des Motors mit Hilfe von Preßluft geſchieht. Die Schwierigkeiten, die Leiſtung des Dieſel-Motors weiter zu ſteigern, liegen in der Hauptſache in den hohen Gasdrücken bis zu 30 Atmoſphären, wodurch große Zylinderpreſſungen und dementſprechend große Geſtängekräfte auftreten ſowie in den ſehr hohen Temperaturen der Gaſe. Die Maximalleiſtung eines Zylinders überſchreitet daher zurzeit noch nicht 200 PS. [18], [16].

Neben den beſprochenen Flüſſigkeitsmotoren ſind ſchließlich auch die **Sauggasmotoren** für den Schiffsantrieb eingeführt worden. Sie erfordern zwar einen beſonderen Generator und ihr Betrieb ähnelt mehr dem der Dampfmaſchine mit Keſſel, doch zeichnen ſie ſich durch eine hohe Wirtſchaftlichkeit des Betriebs aus. Die Sauggasmotoren ſind in Deutſchland von der Gasmotorenfabrik Deutz ſowie von Emil Capitaine konſtruiert und eingeführt; das Anlaſſen derſelben erfolgt mit Hilfe eines unter hohem Druck ſtehenden Gemenges von Gas und Luft, das Umſteuern durch ein Wendegetriebe oder durch eine Drehflügelſchraube. Die Leiſtung iſt bereits bis zu 500 PS. geſteigert [16], [18], [19].

Als eigenartiger Schiffsantrieb mag ſchließlich der **indirekte Turbinenantrieb** erwähnt werden, wie er auf dem Bergungsſchiff für Unterſeeboote „Vulkan" der deutſchen Marine zur Anwendung gelangt iſt. Zwei Turbodynamos von zuſammen 1200 PS. und 2500 Umdrehungen geben ihren Strom an zwei Propellermotoren von je 600 PS. und 200 Umdrehungen ab. Jede Schraube kann von je einer Turbodynamo oder es können auch beide Schrauben gleichzeitig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von nur einer Turbodynamo angetrieben werden. Hierbei werden die Motoren von der Kommandobrücke aus bedient, ſo daß das Schiff von der Brücke aus direkt geleitet werden kann [18], [21].

Literatur: [1] Busley, C., Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. — [2] Derſ., Die Entwicklung der Schiffsmaſchine, Berlin 1892. — [3] Haack und Busley, Die techniſche Entwicklung des Norddeutſchen Lloyd und der Hamburg-Amerikaniſchen Paketfahrt-Aktiengeſellſchaft, Berlin 1893. — [4] Busley, C., Die neueren Schnelldampfer der Handels- und Kriegsmarine, Kiel 1892. — [5] Derſ., Die jüngſten Beſtrebungen und Erfolge des deutſchen Schiffbaus, Zeitſchr. d. Vereins deutſch. Ing. 1895. — [6] Müller-Benetſch, Die Schiffsmaſchinen, Braunſchweig 1908. — [7] Seaton, A manual of marine engineering, London 1904. — [8] Sennett, The marine steam engine, London 1898. — [9] Bauer, G., Berechnung und Konſtruktion der Schiffsmaſchinen und -keſſel, Berlin 1908. — [10] Bertin, L. E., Machines marines, Paris 1899. — [11] Wilda, H., Die Schiffsmaſchinen, ihre Berechnung und Konſtruktion, Hannover 1905. — [12] Klamroth, Leitfaden für den Unterricht in der Maſchinenkunde, Berlin 1907. — [13] Hartig, Aus der Praxis — Für die Praxis, Bremerhaven 1908. — [14] „Hütte", Ingenieurtaſchenbuch, Berlin 1908. — [15] Roſenthal-Müller-Bayer, Neuere Schiffsmaſchinen, Hilfsmaſchinen, Apparate, Berlin 1906. — [16] Krainer-Schmidt-Romberg, Deutſcher Schiffbau, Berlin 1908. — [17] Nauticus, Motorboote im Dienſte der Kriegsmarine, Berlin 1907. — [18] Ebend., Turbinen- oder Motorantrieb auf Schiffen? Berlin 1908. — [19] Capitaine, Die Anwendung der Gasmaſchine im Schiffsbetriebe, Jahrbuch der Schiffbautechn. Geſ., Berlin 1905. — [20] Bauer, M. H., Schnellaufende Motorboote, ebend. 1908. — [21] Schulthes, K., Elektriſch angetriebene Propeller, ebend. 1908. — [22] Nauticus, Die Dampfturbine als Antriebsmotor für Kriegsſchiffe, Berlin 1905. — [23] Ebend., Waſſerrohrkeſſel und Dampfturbinen auf Kriegsſchiffen, Berlin 1906. — [24] Dietrich, Die gebräuchlichſten Dampfturbinenſyſteme für Land- und Schiffszwecke, Roſtock 1905. — [25] Durand, Motor boats, London 1907. — [26] Boulay, E. du, A textbook on marine motors, London 1907. — [27] Bauer, M. H., Das Motorboot und ſeine Behandlung, Leipzig 1906. — [28] C. del Proposto, Propulsion des navires par machines irréversibles.

T. Schwarz.

Schiffsmaſchinentypen. Nach Art des von der Schiffsmaſchine betriebenen Propellers unterſcheidet man Schraubenſchiffsmaſchinen, Räderſchiffsmaſchinen und Reaktionsmaſchinen. Die erſteren zergliedern ſich nach Art ihrer Aufſtellung an Bord in horizontale oder liegende Maſchinen, vertikale oder Hammermaſchinen und ſchrägliegende Maſchinen.

Die liegenden Maſchinen fanden vorzugsweiſe in der Kriegsmarine Verwendung, da es wünſchenswert war, dieſelben unterhalb der Waſſerlinie, gegen feindliche Geſchoſſe geſchützt, zu lagern; ſie werden als Expanſionsmaſchinen oder als Compoundmaſchinen, größere Maſchinen als dreizylindrige Compoundmaſchinen konſtruiert. Die direkt wirkenden liegenden Maſchinen verlangen kurze Pleuelſtangen und geringen Hub; ſie ſind in der Konſtruktion einfach, überſichtlich und leicht zugänglich. Die Maſchinen mit rückwirkender Pleuelſtange, vorzugsweiſe in der franzöſiſchen Kriegsmarine eingeführt, laſſen größere Pleuelſtangen und größeren Hub zu; die Anordnung wird jedoch wegen der zwei bezw. vier Kolbenſtangen pro Zylinder, der ungünſtig gelegenen Gleitbahnen und der gedrängten Form der bewegten Teile, Exzenterſtangen u. ſ. w., kompliziert und ungünſtig. Bei den von Penn in Greenwich u. a. gebauten Trunkmaſchinen greift die Pleuelſtange direkt an den in der hohlen Kolbenſtange, dem Trunk, gelagerten Trunkzapfen an, ſo daß die Breitenausdehnung der Maſchine faſt um die Länge der Kolbenſtange verkürzt wird. Wegen der ungünſtigen Lage des Trunkzapfenlagers innerhalb des Zylinders und der leichten Gefahr des Warmlaufens dieſes Lagers eignen ſich die Trunkmaſchinen nur für niedrige Dampfſpannungen und iſt daher die Anordnung der Compoundmaſchine hierbei ausgeſchloſſen. Auch iſt der Arbeitsverluſt durch die Reibung der Trunks in den Packungen der Trunkſtopfbuchſen, ſowie der Wärmeverluſt an den Trunkflächen bedeutend.

Die Hammermaſchinen bilden den verbreitetſten Typ der Schiffsmaſchinen und finden jetzt auch in der Kriegsmarine allgemeine Verwendung. Sie werden für kleinere Maſchinen als Compoundmaſchinen bis zu 6 kg/qcm Ueberdruck in den Keſſeln, für größere Maſchinen als drei- bezw. als vierfache Expanſionsmaſchinen mit Dampfſpannungen bis zu 11 bezw. 15 kg/qcm Ueberdruck ausgeführt. Sie eignen ſich beſonders auch wegen der geringen Breitenausdehnung für Zwei- und Dreiſchraubenſchiffe. Woolffche Maſchinen mit Tandemaufſtellung ſind veraltet.

Die Raddampfmaſchinen gliedern ſich in oszillierende, ſchrägliegende und Balanciermaſchinen. Bei den oszillierenden Maſchinen fehlt die Pleuelſtange und greift die Kolbenſtange direkt an die Kurbelachſe an; die Zylinder ſchwingen um hohle Schildzapfen, welche durch Kanäle mit dem Schieberkaſten des Zylinders derartig in Verbindung ſtehen, daß der eine Schildzapfen für die Dampfeinſtrömung, der andre für die Ausſtrömung dient. Die Bewegung der Schieber erfolgt durch Exzenter von der Kurbelwelle aus mittels Hebelübertragung und Kuliſſe. Man führt die oszillierenden Maſchinen als Compoundmaſchinen und vereinzelt ſogar als dreifache Expanſionsmaſchinen aus. In letzterem Falle wird der Schildzapfen des Hochdruckzylinders für den Dampfeintritt ſo weit gemacht, daß das Dampfrohr innerhalb desſelben gegen Wärmeausſtrahlung geſchützt werden kann. Sie beanſprucht am wenigſten Raum und beſitzt nur wenig bewegte Teile. — Die ſchrägliegenden Radmaſchinen findet man vorzugsweiſe auf Flußdampfern mit geringem Tiefgang. Die Zylinder liegen unten, und die Kolbenſtangen wirken mittels doppelt gelagerter Kreuzköpfe und verhältnismäßig langer Pleuelſtangen auf die oben gelagerte Kurbelwelle. Sie werden neuerdings ſtets als Compound- oder dreifache Expanſionsmaſchinen konſtruiert. Die Balanciermaſchinen mit unten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

liegendem Balancier sind veraltet; dagegen haben sich solche mit obenliegendem Balancier auf den amerikanischen Fluß- und Küstendampfern erhalten. S. a. Flußschiffahrt.

Heckraddampfer erhalten stets horizontalliegende Zwillings- bezw. Compoundmaschinen mit sehr langen Pleuelstangen, welche das Heck des Fahrzeugs auf beiden Seiten durchdringen. — Wegen der Reaktionsmaschinen s. Propeller.

Literatur: [1] Busley, C., Die Schiffsmaschine, Kiel 1886. — [2] Müller-Benetsch, Die Schiffsmaschinen, Braunschweig 1908. — [3] Haack, R. und Busley, C., Die technische Entwicklung des Norddeutschen Lloyd und der Hamburg-Amerikanischen Paketfahrt-Aktiengesellschaft, Berlin 1893. — [4] Seaton, A manual of marine engineering, London 1904. — [5] The Engineer Shipbuilding and marine engineering on the Thames in the Victorian Era, London 1897/98. — [6] Krainer-Schmidt-Romberg, Deutscher Schiffbau, Berlin 1908. *T. Schwarz.*

Schiffsmühlenrad, s. Wassermotoren.

Schiffsort, die Position des Schiffes auf See zu einer bestimmten Zeit. Ueber die Feststellung s. Navigation, Seeschiffahrt.

Schiffspanzer. Die Panzerung der neueren Kriegsschiffe besteht in der Hauptsache aus den Panzerplatten, der Holzhinterlage und der verstärkten stählernen Schiffswand, an welcher die Befestigungsbolzen der Holzhinterlage sowie die Panzerbolzen zum Festhalten der Panzerplatten gelagert sind.

Den Panzerplatten fällt die Aufgabe zu, die auftreffenden Geschosse durch ihre harte Stirnseite zum Zerschellen zu bringen, bezw. ein Eindringen derselben nach Möglichkeit zu verhindern, während die Holzhinterlage ein elastisches Zwischenglied bildet und zugleich dazu benutzt wird, Ungenauigkeiten in der Form der Platten auszugleichen. — Die Herstellung der ursprünglich angewendeten schmiedeeisernen und gewalzten Platten bereitete bei Stärken von mehr als 250 mm Schwierigkeiten; eine größere Sprödigkeit war nicht zu vermeiden. Man versuchte deshalb eine doppelte Panzerung mit Zwischenlage von Holz, das sogenannte Sandwichsystem ([1], Schiffe der Sachsenklasse der deutschen Marine). Erst nachdem auch auf diesem Wege der verlangte Schutz der Schiffe gegen die Geschosse mit hoher Durchschlagskraft nicht mehr erreicht werden konnte, auch die Belastung der Schiffe mit stärkeren Panzerplatten sich unverhältnismäßig steigerte, verließ man das Walzeisen und versuchte es mit Stahl. Während Schneider in Creuzot im Jahre 1876 sofort zu Ganzplatten aus Stahl überging, zog man in England die stahlbekleideten Eisenplatten, den sogenannten Compoundpanzer, vor, bei welchen die außenliegende harte Stahlschicht zur Abweisung und Zertrümmerung des auftreffenden Geschosses nutzbar gemacht wurde, während die größere Zähigkeit und Weichheit der schmiedeeisernen Grundplatte die etwa berstende Stahllage zusammenhalten sollte. Die Einführung des Nickelmetalls in die Stahlfabrikation hat einen bedeutenden Umschwung in der Panzerplattenfabrikation verursacht [5]—[7]. Man erreichte durch Nickelzusatz zum Stahl eine bedeutende Steigerung der Bruchfestigkeit bei verhältnismäßig hoher Elastizitätsgrenze ohne nennenswerten Verlust an Dehnung gegenüber dem reinen Stahl. Bei einer geschickten Verteilung von Nickel und Kohlenstoff wird eine Härte des Stahls erreicht, welche jede Bearbeitung ausschließt, während anderseits durch die Zähigkeit des Materials sich die Gefahr des Reißens der Platten vermindert. Anfänglich hielt man die beim Nickelstahl auftretenden Blasenbildungen, welche ohne Beeinträchtigung der sonstigen Güte, besonders der ausgezeichneten Zähigkeit des Panzermaterials, nicht zu umgehen ist, für bedenklich, doch bewährten sich die blasigen Platten beim Beschießen ausgezeichnet. Trefidder nahm in England ein Patent auf Härten von Nickelstahlplatten durch Abschrecken mit Hilfe von gewaltigen Wasserbrausen, während der Amerikaner Harvey zunächst die Härtung der Homogenstahlplatte auf der Stirnfläche durch einen Zementierprozeß erzielte. Hierbei wird die fast fertig bearbeitete Platte in einen großen Gasofen auf einem Wagen ruhend gebracht, auf der oberen Seite mit Holzkohlenstaub oder einer dicken Schicht reiner Tierkohle bedeckt und nunmehr auf eine Dauer bis zu 14 Tagen einer Glühhitze von 1200° C. ausgesetzt. Hierdurch geht der Kohlenstoff in die oberen Schichten der Platte über und gibt dieser eine größere Härte als der untern Schicht [6]. Die Härteschicht von etwa 5—15 mm Dicke geht allmählich in die weiche hintere Lage über; es ist also ein Abblättern beim Auftreffen eines Geschosses ausgeschlossen. Da der Zementstahl nach dem Zementieren ein grobblätteriges, kristallinisches Gefüge erhält, so muß die Platte ausgeglüht und durch ein Oelbad vergütet werden. Für Nickelstahl ist das Zementieren insofern günstiger, als die Härtung tiefer in die Platte eindringt. Neben dem Harvey-Verfahren, welches bald allgemein Eingang fand, ist das Grambowsche Patent zum Kohlen der Stirnseite von Panzerplatten mittels Kohlenwasserstoffgas zu nennen, während neuerdings nach dem Vorgang von Schneider in Creuzot dasselbe Verfahren unter Benutzung von Leuchtgas allgemeinen Eingang gefunden hat, da das Leuchtgas bei starker Erhitzung seinen Kohlenstoff zum größten Teil in feinster Teilung abscheidet [5], [6]. Für das Zementieren zieht man stets zwei Platten heran, welche mit den einander zugekehrten Stirnseiten und einem Spielraum von 200—300 mm übereinandergelegt und am Plattenrande durch Asbestpackungen gasdicht abgeschlossen werden. Zwischen die so im Zementierofen gelagerten und auf Rotglut gebrachten Platten wird alsdann Leuchtgas eingeführt, und der von den stark erhitzten Gasen sich abscheidende Kohlenstoff wird von dem glühenden Metall aufgesogen, derart, daß allseitig eine gleichmäßige Kohlung in einer Tiefe bis zu 50 mm entsteht. Dieser Prozeß hat gegenüber dem Harvey-Verfahren den Vorzug, daß die Bekohlung gleichmäßiger und schneller geschieht und eine niedrigere Temperatur erfordert. Nach dem Kohlen der Platten erfolgt stets das Vergüten im Oelbad und zum Schluß die Härtung durch Abschrecken der rotwarm gemachten Platte mittels gewaltiger Wasserbrausen nach dem Trefidder-Verfahren. Wie die Kohlung, so muß auch die Härtung allmählich in die zähe Rückseite übergehen.

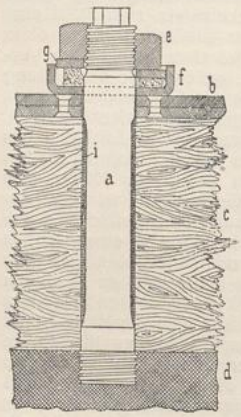
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Panzerplatten erhalten meiſt erſt nach dem Vergüten ihre endgültige Form durch Biegen unter hydrauliſchen Preſſen (ſ. Plattenbiegmaſchine), da eine Formänderung nach der Oberflächenhärtung ausgeſchloſſen iſt. Da bei letzterem Verfahren leicht ein Verziehen der Platten ſtattfinden kann, ſo iſt man bisweilen gezwungen, in Fällen, wo die Form genau innegehalten werden muß, Platten ohne Oberflächenhärtung zu verwenden. Auch treten bei ſtark gekrümmten Platten meiſt Oberflächenriſſe ein, die ſich jedoch beim Beſchießen nicht als nachteilig erwieſen haben. — Die Herſtellung der Panzerplatten erfolgt meiſt im Anſchluß an den Hüttenbetrieb. Die Platten werden aus Stahlingots, die nach dem Siemens-Martin-Prozeß gewonnen werden und dem Gewicht nach etwa doppelt ſo ſchwer ſind wie die fertige Platte, entweder gewalzt oder unter ſchweren Preſſen geſchmiedet und dann den verſchiedenen Härtungs- und Vergütungsverfahren unterzogen. Für die Fabrikation von Panzerplatten ſind in England die Werke von Cammel, Brown, Armſtrong, Vickers und Beardmore eingerichtet; in Frankreich fabrizieren Panzerplatten neben Schneider in Creuzot, H. Chamond, Chatillon-Commentry und Marcel Frères; in Amerika Carnegie, Bethlehem Steel Co. und Midvale Steel Co.; in Italien die Terni-Werke; in Rußland die Obuckow- und Kama-Werke; in Oeſterreich Witkowitz und in Deutſchland Dillingen und Krupp. Die nach dem Kruppſchen Verfahren hergeſtellten zementierten und gehärteten Panzerplatten ſind die widerſtandsfähigſten und haben in allen Marinen Eingang gefunden. Die nachſtehende Tabelle gibt einen Ueberblick über die Steigerung der Leiſtungsfähigkeit der Panzerplatten mit Bezug auf die lebendige Kraft der Geſchoſſe zum Durchſchlagen des Panzers.

Art der Platte	Verhältnis der lebendigen Kraft	Die Platte entſpricht einer ſchmiedeeiſernen Platte von
1. Walzeiſenplatte	1,0	150 mm
2. Compoundplatte	1,37	183 „
3. Stahlplatte	1,56	203 „
4. Weiche Nickelſtahlplatte	2,03	250 „
5. Harvey-Platte	2,96	332 „
6. Nickelſtahlplatte nach Kruppſchem Verfahren	4,12	430 „

Die Nickelſtahlplatten nach Kruppſchem Verfahren erfordern demnach zum Durchſchlagen werden rund viermalſoviel lebendige Kraft der Geſchoſſe wie ebenſo ſtarke Eiſenplatten.

Die Befeſtigung der Panzerplatten am Schiffsrumpf erfolgt durch Panzerbolzen von Nickelſtahl; die Platten ſowie die Holzhinterlagen ruhen hierbei meiſt auf dem Panzerträger (ſ. Panzerſchiff). Die Panzerbolzen werden von innen in die Panzerplatten 70—90 mm mittels Vierkants eingeſchraubt, ſo daß die gehärtete Stirnſeite der Platten unbeſchädigt bleibt. Sie erhalten demnach an beiden Seiten Schraubengewinde mit rundem Gewindequerſchnitt, Kordelgewinde, während der Schaft nach dem Vorgang von Palliſer etwas mehr als auf den Kerndurchmeſſer des Gewindes abgedreht iſt, um den gefährlichen Querſchnitt in dieſen Teil zu verlegen, welcher wegen ſeiner großen Länge die Belaſtung verteilen und durch Ausdehnung ausgleichen kann, ſo daß ein Abreißen der Bolzen im Gewindeteil vermieden wird (ſ. die Figur). Das innere Ende des Bolzens erhält zum Eindrehen in die Panzerplatte ein Vierkant und wird an der ſtählernen Außenkant des Schiffsrumpfes durch eine Sechskantmutter befeſtigt. Dieſelbe wird mittels Unterlagſcheibe auf eine Gummiplatte gepreßt, welche in einer mit Rand verſehenen Platte, dem ſogenannten Waſher, gelagert iſt, ſo daß der Gummi nach den Seiten nicht weggedrückt werden kann [1]—[4]. Dieſe Anwendung bezweckt, das Abreißen der Mutter zu verhindern, wenn nach dem Auftreffen eines Geſchoſſes die Panzerplatte wieder zurückfedert und den Bolzen auf Zug beanſprucht. Zum Abdichten der Panzerbolzen in der Holzhinterlage wird der verjüngte mittlere Teil mit Marleinen umwickelt und der verbleibende Zwiſchenraum nach dem Einſetzen der Bolzen mit Mennigekitt ausgeſpritzt. Bei dem Turmpanzer der Geſchütztürme, bei welchen wegen Platzmangels die Holzhinterlage meiſt in Fortfall kommt, erfolgt die Befeſtigung der Platten durch einfache Schraubbolzen mit koniſchem Kopf, der in entſprechend ausgedrehte, auf der doppelten Stahlhaut vernietete Verſtärkungsſcheiben eingeſetzt wird [2]. — Die Panzerung der Panzerdecks bei Panzerſchiffen und Panzerdeckkreuzern beſteht aus weichem Schiffbauſtahl und wird aus zwei bis drei Lagen zuſammengeſetzt. Die oberſte Lage wird etwas härter gewählt (Homogenſtahl oder Nickelſtahl) und werden die einzelnen Plattenlagen durch Gewindeſchrauben oder Nieten verbunden.



a Panzerbolzen. *b* Doppelte Außenhaut. *c* Holzhinterlage. *d* Panzer. *e* Bolzenmutter. *f* Waſher-Platte. *g* Gummiſcheibe.

Literatur: [1] Brix, Der Bau eiſerner Kriegs- und Handelsſchiffe, Berlin 1876. — [2] Croneau, Construction pratique des navires de guerre, Paris 1894. — [3] Hauſer, Cours de construction navale, Paris 1886. — [4] Welch, A., A text-book of naval architecture, London 1907. — [5] Stercken, W., Der Kampf zwiſchen Geſchütz und Panzer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Berlin 1895. — [6] Caſtner, J., Ueber die Herſtellung von Panzerplatten und die Kruppſchen Panzerſchießverſuche im Dezember 1894 und März 1895, „Stahl und Eiſen“, Düſſeldorf 1895. — [7] Kupelwieſer, Ueber Panzerplatten und deren Erzeugung, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver., Wien 1894. — [8] Braſſey, Naval annual, Portsmouth (jährlich). — [9] Croneau, Canon, Torpilles Cuirasse, Paris 1904.

T. Schwarz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schiffspumpen dienen zur Beseitigung von Leck- und Niederschlagwasser aus den Schiffsräumen, zum Deckwaschen, Feuerlöschen sowie als Frischwasserpumpe. Es sind meist mehrkolbige Handpumpen mit Klappen in den Pumpenkanälen, nach dem System von Stone und Downton, von einer Leistungsfähigkeit bis zu 27 cbm pro Stunde. Zum Bewältigen größerer Wassermassen mit Hilfe der Drainageeinrichtung (s. d.) dienen besondere Dampfpumpen; vgl. Pumpen.

Literatur: [1] Dick und Kretschmer, Handbuch der Seemannschaft, Berlin 1892. — [2] Busley, C., Die Schiffsmaschine, Kiel 1883—86. — [3] Achenbach, Die Schiffshilfsmaschinen und Pumpen für Bordzwecke, Hannover 1907. *T. Schwarz.*

Schiffsschraube, s. Propeller.

Schiffsschwingungen im ruhigen Wasser und auf See entstehen durch Gleichgewichtsstörungen, veranlaßt durch den Winddruck oder durch Wellen von außen und in regelmäßigen Zeitläuften aufeinander folgende Gewichtsverschiebungen auf dem Schiffe sowie durch die Massenwirkung der sich auf und ab bewegenden Maschinenteile und durch die wechselnden Wirkungen des Propellerschubes. Man unterscheidet dementsprechend zwischen Rollschwingungen und Biegeschwingungen oder Vibrationen des Schiffes.

Die Rollschwingungen stehen unter dem Einfluß der Stabilität und der Masse des Schiffes, während die Widerstände im Wasser und in der Luft die Schwingungen dämpfen; sie entstehen, wenn das Schiff durch besondere Kräfte aus seiner natürlichen Gleichgewichtslage gebracht wird und dann sich selbst überlassen bleibt. Die Bewegungen des Schiffes um seine Längsachse nennt man Schlingern oder Rollen und bezeichnet mit Schlingern vornehmlich kurze, schnell aufeinander folgende, mit Rollen langsame, weit ausholende Schwingungen. Die Schwingungen um die Querachse nennt man Stampfen und Setzen und spricht von Stampfen bei Bewegungen des Schiffsbuges und von Setzen bei solchen des Hecks. Neben diesen schwingenden Bewegungen treten auch vertikale Oszillationen auf, bei welchen das Schiff von seiner natürlichen Schwimmebene sich abwechselnd hebt und senkt; diese Schwingungen nennt man Tauchschwingungen.

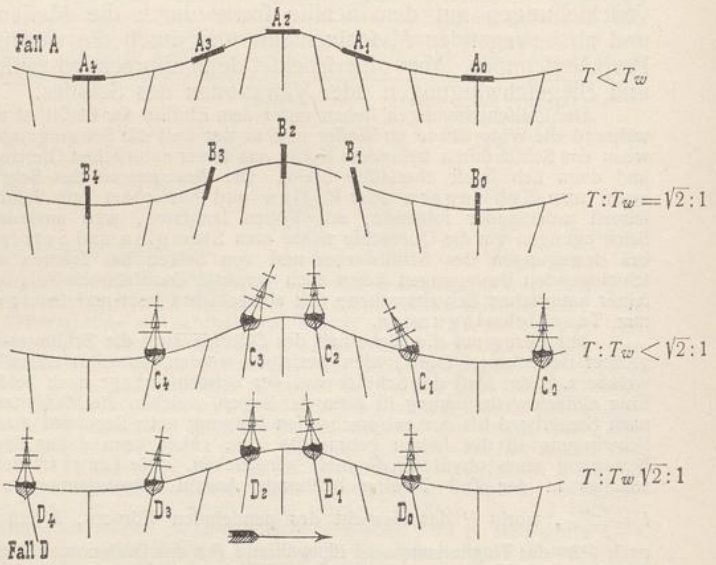
Mit Bezug auf die Sicherheit des Schiffes sind die Schlinger- und Rollbewegungen von größter Bedeutung. Die Größen derselben werden gemessen durch die Neigungswinkel, um welche z. B. der Mast des Schiffes von der aufrechten Lage nach beiden Schiffsseiten ausschlägt. Eine einfache Schwingung ist dann der Bogen, welchen die Mastspitze von der größten Neigung nach Steuerbord bis zur entsprechenden Neigung nach Backbord macht, und die Periode dieser Schwingung ist die hierzu gebrauchte Zeit. Man kann daher das rollende Schiff mit der Bewegung eines physischen Pendels vergleichen. Die Länge (l) des mathematischen Pendels, welches in der Zeit T eine bestimmte Anzahl Schwingungen macht, ist (vgl. Pendel) $l = \frac{P k^2}{P s}$, worin P das Gewicht des pendelnden Körpers, k sein Trägheitsradius und demnach $P k^2$ das Trägheitsmoment ist, während $P s$ das Drehmoment des Körpers und s die Länge des physischen Pendels darstellt. Da bei kleineren Neigungen des Schiffes um die Längsachse das Metazentrum (s. d.) seine Lage nicht ändert, so ist die Länge des physischen Pendels des Schiffes $s = G M = r - a$, woraus jedoch keinesfalls gefolgert werden darf, daß die horizontale Drehachse durch das Metazentrum geht; es ist vielmehr dahin zu interpretieren, daß das Schiff im Wasser so schwingt, wie es schwingen müßte, wenn es außerhalb des Wassers in seinem Metazentrum aufgehängt wäre. Nun ist die Schwingungsdauer einer Doppelschwingung eines mathematischen Pendels $t = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, also für ein Schiff $T = 2\pi\sqrt{\frac{P k^2}{g P (r-a)}} = 2\pi\sqrt{\frac{M k^2}{P (r-a)}}$, unter M die Masse des Schiffes verstanden. Da nun das Stabilitätsmoment $= P \cdot G_N = P (r-a) \sin\varphi$ ist und $M k^2$ das Gesamtträgheitsmoment des Schiffes darstellt, so ist $T = 2\pi\sqrt{\frac{\text{Trägheitsmoment des Schiffes}}{\text{Stabilitätsmoment}}} \cdot \sin\varphi$. T nennt man die Schwingungsperiode des Schiffes, d. h. die Zeit für eine volle Schwingung. T wird um so größer, d. h. die Schiffsschwingungen werden um so langsamer und sanfter ausfallen, je größer das Trägheitsmoment und je kleiner das Stabilitätsmoment des Schiffes ist. Bei einem fertigen Schiff kann man daher in geringem Maße die Schwingungen durch Gewichtsverschiebungen dadurch verbessern, daß man entweder das Trägheitsmoment oder das Stabilitätsmoment oder beides ändert. Die Erfahrung zeigt ferner, daß die Schiffsschwingungen annähernd isochron sind, was theoretisch nur dann eintreten kann, wenn die metazentrische Kurve die Evolvente eines mit $M G$ um G geschlagenen Kreises ist.

Bei Schwingungen um die Querachse ergibt sich die Schwingungszeit in entsprechender Weise aus dem Trägheitsmoment und dem Stabilitätsmoment des Schiffes, jedoch bezogen auf die Querachse; der Wert ist indessen nur annähernd richtig, da die Schiffsform mit Bezug auf die Querachse nicht symmetrisch ist. Auch werden die Stampfbewegungen meist eine Rückwirkung auf die Schlingerbewegungen ausüben. Für die Schwingungen des Schiffes ist ferner eine Form- und eine Gewichtsachse zu unterscheiden. Bei schnellen Schlingerbewegungen erfolgt die Drehung des Schiffes um eine durch den Systemschwerpunkt gehende Achse, während bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

langsamen Rollbewegungen die Drehachse in der Kernfläche der Schwimmebenen zu suchen ist. Es ist daher zweckmäßig, den Systemschwerpunkt in die Nähe der Schwimmebene zu verlegen, da sonst beim Neigen des Schiffes der Schwerpunkt steigt und fällt und hierdurch vertikale Tauchschwingungen entstehen. Die Bewegung des Schiffes wird dann eine konfuse und kann für die Personen an Bord unerträglich werden.

Um über die Schwingungsdauer — Periode — eines Schiffes Aufschluß zu gewinnen, pflegt man mit dem fertig ausgerüsteten Schiffe einen Schlingerversuch zu machen. Hierzu wird das Schiff durch regelmäßiges Ueberlaufen von Mannschaften von Bord zu Bord in Schwingungen versetzt und nach plötzlichem Stillstehen der Mannschaft mittschiffs dasselbe zum Ausschwingen gebracht, wobei für jede Doppelschwingung die Zeit notiert und die einzelnen Neigungswinkel gemessen werden. Da nun $T = 2\pi\sqrt{\frac{k^2}{g(r-a)}}$ ist, so kann man k und demnach das Trägheitsmoment berechnen aus $k = \frac{T}{2\pi}\sqrt{g(r-a)}$. Die Schlingerversuche ergeben ferner, daß durch Vergrößern der Widerstände beim Schlingern sowohl die Ausschwingungszeit als auch die einzelnen Neigungswinkel erheblich abnehmen, während die Periode sich kaum ändert. Die Vermehrung des Widerstandes erzielt man durch Kimm- oder Schlingerkiele, welche in der Kimm in einer Länge von etwa zwei Dritteln der Schiffslänge an der Außenhaut befestigt werden und deren Fläche ein Zwanzigstel des Wasserlinienareals beträgt. Man hat auf diese Weise die Ausschlagwinkel bis zu der Hälfte der ursprünglichen herabgesetzt. Gleichen Zweck verfolgen Wasserkammern, querschiffs angeordnete Tanks, welche nur zum Teil mit Wasser gefüllt sind, so daß dasselbe beim Neigen des Schiffes überschießen kann, ähnlich dem Ueberlaufen von Mannschaften beim Schlingerversuch, nur mit dem Unterschied, daß das Wasser der Zeitfolge nach sich in entgegengesetzter Richtung bewegt und dem aufrichtenden Moment entgegenwirkt. In neuester Zeit ist der Schiffskreisel (s. d.) erfolgreich benutzt worden, um die Schlingerbewegungen zu dämpfen, ja sogar ganz aufzuheben.



Gegenüber den Schlingerbewegungen im ruhigen Wasser gestalten sich nun dieselben auf See, namentlich wenn das Schiff auf einer Ozeanwelle querfees, d. h. mit der Breitseite auf der Welle schwimmend, gedacht ist, wesentlich anders. Während der Auftrieb des Schiffes in ruhigem Wasser vertikal nach oben gerichtet ist, stellt sich die Richtungslinie des Auftriebs beim Schwimmen des Schiffes auf einer Welle normal zur Wasseroberfläche, d. h. normal zur Wellenkontur, ein. Die Richtungslinie des Auftriebs ändert sich daher von Punkt zu Punkt der Wellenoberfläche und gleichen die Neigungsänderungen derselben den Schwingungen eines Pendels, dessen Periode gleich der halben Wellenperiode ist. Infolge der Stabilitätskraft hat nun das Schiff das Bestreben, sich nach der jeweiligen Richtungslinie des Auftriebs einzustellen. Bei Schiffen mit großer metazentrischer Höhe und kleinem Trägheitsmoment, d. h. mit kleiner Schwingungsperiode, wird dieses Einstellen um so schneller erfolgen, je größer die Schwingungsdauer der Richtungslinie des Auftriebs, d. h. der halben Wellenperiode ist, d. h. auf sehr langen Wellen. Das Deck des Schiffes wird dann parallel zur Wellenkontur nahezu liegen bleiben, ähnlich einem Floß (Fall A in der Figur). Als Beispiel für diesen Fall können die amerikanischen Monitors gelten, welche eine sehr große metazentrische Höhe und eine sehr kleine Schlingerperiode — etwa $2^3/_4$ Sekunden — besitzen und welche bei der Fahrt über den Atlantischen Ozean beim Schlingern querfees kaum Wasser auf das sehr niedrig über Wasser liegende Deck bekommen haben. Da das Deck sich mit den Wellen bewegt, bieten sie für die Geschütze jedoch keine stetige Plattform. Dieses erreicht man mit verhältnismäßig schmalen und raschen Schiffen von großer Stillwasserperiode, da die Bewegung zum Einstellen in die Richtungslinie des Auftriebs eine langsame ist. Das Schiff hat dann die Schwingung noch nicht beendet, wenn die halbe Wellenlänge vorüber ist und demnach die Richtungslinie des Auftriebs ihre Schwingung beendet hat. Eine Welle, deren Periode demnach kleiner ist als die Stillwasserperiode des Schiffes für eine volle Schwingung, wird daher dasselbe nur wenig in seiner aufrechten Lage stören; das Deck bleibt fast horizontal liegen und bildet eine stetige Plattform (Fall D in der Figur). Diese Eigen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchaft, die man Stetigkeit nennt, wird man vornehmlich bei großen Schiffen von geringer Stabilität finden, da geringe Stabilität, d. h. hohe Schwerpunktslage, und großes Trägheitsmoment, d. h. großer Abſtand ſchwerer Gewichte vom Syſtemſchwerpunkt, ſich bei kleinen Schiffen nicht vereinigen laſſen, ſo daß kleine Schiffe im Seegang ſtets ſtärker rollen werden wie große. Iſt die Stillwaſſerperiode eines Schiffes gleich der Wellenperiode, ſo wird jeder Wellenzug, da Schiff und Richtungslinie des Auftriebs gleichmäßig ſchwingen, den Neigungswinkel vergrößern, und das Schiff müßte nach dem Paſſieren einiger Wellenzüge überrollen und kentern, wenn nicht der Seitenwiderſtand des Schiffes im Waſſer die Bewegung des Schiffes bremſt. Bei derartig großen Ausſchlägen iſt freilich die Annahme der unveränderlichen Lage des Metazentrums nicht mehr zutreffend, ſo daß auch die Schiffsſchwingungen nicht mehr iſochron bleiben. Wenngleich ein Kentern von Schiffen wegen der beim Rollen auftretenden Widerſtände nicht immer eintritt, ſo wurden doch Neigungen bis zu 50° beobachtet, wenn das ſonſt ruhig rollende Schiff in einem Wellenzuge querſees zu liegen kommt, deren Periode ſo groß iſt als die Schiffsperiode. Man muß dann beſtrebt ſein, dem Schiff beim Entwurf eine Stillwaſſerperiode zu geben, welche größer iſt als die Wellenperiode der Ozeanwellen, d. h. $T > 11$ Sekunden. Sobald die Lage des Schiffes zur Welle nicht mehr querſees iſt, wenn alſo der Schiffskurs den Wellenzug unter einem Winkel ſchneidet, ſo ändert ſich die relative Wellenperiode. Man muß daher mit Bezug auf die Gefahr des Kenterns den Schiffskurs ſo wählen, daß eine Uebereinſtimmung zwiſchen Schiffsperiode und Wellenperiode vermieden wird. Nach dem Verhältnis der Schiffsperiode T für eine Doppelſchwingung zur Wellenperiode Tw ergeben ſich nun nach Rankine die in der Figur auf S. 688 gezeichneten Lagen des Schiffes auf der Welle.

Neben den Rollſchwingungen des Schiffes ſpielen nun bei Dampfern diejenigen Schiffsſchwingungen eine Rolle, welche von Kräften der Maſchinenanlage ausgehen und ſich als Kraftſchwingungen und Trägheitsſchwingungen auf den als einen elaſtiſchen Stab gedachten Schiffskörper äußern. Während die Kraftſchwingungen ihre Urſache haben in den Maſſenbeſchleunigungskräften der Hauptmaſchine, in den Momenten des axialen Propellerſchubes ſowie in der Wirkung der Propeller auf das Achterſchiff, richten ſich die Trägheitsſchwingungen nach der Verteilung der Maſſen und der Trägheitsmomente der Querſchnitte des Schiffsrumpfes. Iſt nun die Anzahl der Kraftſchwingungen eines Stabes der Anzahl ſeiner Trägheitsſchwingungen nahezu gleich, ſo können durch die Summierung der Urſachen erhebliche Wirkungen erzielt werden, welche ſich dann als Schiffsvibrationen zu erkennen geben. Hierbei kann man die Schwingungen wie bei einem elaſtiſchen Stab gliedern in Longitudinalſchwingungen, Transverſalſchwingungen und Torſionsſchwingungen. Während die erſteren beim Schiff verſchwindend ſind, laſſen ſich die letzteren mit Hilfe des Pallographen (ſ. d.) durch Aufzeichnung der wagerechten und ſenkrechten Komponenten der Schiffsſchwingungen näher unterſuchen. Sie führen zur Beſtimmung der Knotenpunkte ſowie der kritiſchen Umdrehungszahlen der Propellerwellen. Neben der Ausbalancierung der Hauptmaſchinen und der gleichmäßigen Ausführung der Schrauben bietet die richtige Wahl des Aufſtellungsortes für das Drucklager und die Maſchinen ein wichtiges Mittel, die Vibrationen einzuſchränken. Bei Aufſtellung der Maſchine in der Mitte der Schiffslänge, d. h. weit von den Knotenpunkten entfernt, ergeben ſich nur geringere Schiffsſchwingungen, wie ſich dies bei Torpedobooten bereits gut bewährt hat. Auch kann man bei fertigen Schiffen durch Aenderung der Umdrehungszahl der Hauptmaſchinen entſprechend dem Einſtellen einer zweckentſprechenden Schraubenſteigung das Verhältnis der Anzahl der Kraftſchwingungen zu der beſtimmten Zahl der Trägheitsſchwingungen ſo ändern, daß dieſelben durch Gegeneinanderwirken die natürlichen Schwingungen des Schiffskörpers dämpfen.

Daß ſelbſt bei ausbalancierten Maſchinen heftige Erſchütterungen des Schiffskörpers auftreten können, hat ſich bei den Turbinenſchiffen „Luſitania“ und „Mauretania“, welche in ihren Antriebsmotoren bekanntlich vollkommen ausbalanciert ſind, gezeigt und dürften dieſe Biegeſchwingungen in der Hauptſache den Kraftzuckungen des axialen Propellerſchubes, welche durch das Drucklager auf den Schiffskörper übertragen werden, neben der Reaktion der Teile des Achterſchiffes gegen den Waſſerſtrom der Propeller zuzuſchreiben ſein.

Literatur: [1] Krieger-Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Lutſchaunig, O., Die Theorie des Schiffes, Trieſt 1879. — [3] Bertin, E., Les vagues et le roulis, Paris 1880. — [4] White, W. H., A manual of naval architecture, London 1900. — [5] Peabody, Naval architecture, New York 1904. — [6] Welch, A text-book of naval architecture, London 1907. — [7] Taylor, S. D., The causes of the vibration of screwships, Journal of the American Society of naval engineers, Waſhington 1891. — [8] Schlick, Ueber den Einfluß des Aufſtellungsortes der Dampfmaſchine auf die Vibrationserſcheinungen der Dampfer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Berlin 1894, S. 1091. — [9] Berling, Schiffsſchwingungen, ihre Urſachen und Kritik der Mittel zu ihrer Verminderung, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Berlin 1899, S. 981. — [10] Normand, J. A., Des vibrations des navires et des moyens de les atténuer, Paris 1892. — [11] Schlick, Ueber die Mittel zur Beſeitigung der Vibrationen von Dampfern, Hamburg 1894. — [12] Pollard und Dudebout, Théorie du navire, Paris 1890,94. — [13] Wilda, H., Der Schiffsmaſchinenbau, Hannover 1901. — [14] Gümbel, Ebene Transverſalſchwingungen freier ſtabförmiger Körper u. ſ. w., Jahrbuch der Schiffbautechn. Geſellſchaft, Berlin 1901.

T. Schwarz.

Schiffsventilation, ſ. Lüftung der Schiffe.

Schiffsvermeſſung bildet beſonders für die Handelsſchiffe eine Vergleichsbaſis für die Ladefähigkeit und den Frachtwert der Schiffe ſowie für die Entrichtung von Hafen- und Lotſengebühren, Kanalabgaben und Zöllen. Als geeignetes Maß iſt neuerdings das Stauvermögen der Schiffe an gewinnbringender Ladung gewählt worden, und man bezeichnet dieſe Größe mit Tonnengehalt.

Die früher zuerſt in England eingeführten Eichungsregeln und Meßmethoden waren: Builder's old measurement tonnage, aus den Hauptdimenſionen Länge L und Breite B in engliſchen Fußen nach der Formel: Tonnengehalt $O \cdot M = \frac{[L - 0{,}6\,B] \cdot 0{,}5\,B^2}{94}$ berechnet; dead weight tonnage das Gewicht der Ladung in engliſchen Tons angebend; freight ton, ein Volumenmaß von 0,4 Regiſtertonnen, ſowie in Frankreich das Avoirdupoids-Syſtem. Die zurzeit am meiſten verbreitete Einheit für den Tonnengehalt bildet die engliſche Regiſtertonne, ein Volumen von 100 cbf. engl. oder 2,83 cbm. Der durch Aufmaß feſtgeſtellte Geſamtinhalt aller Schiffsräume einſchließlich etwaiger Aufbauten auf dem Vermeſſungsdeck, ausgedrückt in Kubikmetern und geteilt durch 2,83, ergibt den Bruttotonnengehalt des Schiffes. Der ſo erhaltene Rauminhalt iſt der Großregiſtertonnengehalt. Für die Bemeſſung der Abgaben werden nun alle diejenigen Räume abgezogen, die für den Betrieb des Schiffes erforderlich ſind, als Kohlenbunker, Maſchinen- und Keſſelräume, Wohnräume für die Beſatzung u. ſ. w., und ergibt ſich hiernach der Nettoregiſtertonnengehalt. Für die Vornahme der einzelnen Meſſungen ſowie für die Abzüge gelten beſondere Beſtimmungen, die in den einzelnen Seeſtaaten verſchieden lauten. In Deutſchland ſind die Beſtimmungen in der Schiffsvermeſſungsordnung vom 1. März 1895, mit Ergänzungen von 1899, enthalten. Die Abzüge werden vielfach mit einem Maximalbetrag in Prozenten des Bruttotonnengehalts in Anrechnung gebracht, und hierin wichen früher die deutſche und die engliſche Vermeſſungsmethode voneinander ab. Bei der ſogenannten Donauregel werden die Kohlenbunker nicht berechnet, ſondern bei Schraubenſchiffen mit 75%, bei Radſchiffen mit 50% der Maſchinen- und Keſſelräume in Abzug gebracht. Die ſogenannte Suezkanalvermeſſung geſtattet Meßbriefe nach der deutſchen Vermeſſung und der Donauregel, ſofern die Größe der Kohlenbunker unveränderlich iſt. Für Kriegsſchiffe iſt der Tonnengehalt gleichwertig mit dem Deplacement in Tonnen, für die Fahrt durch den Suezkanal gilt jedoch der Nettotonnengehalt, ebenſo für Lotſengebühren. Für Segeljachten haben ſich beſondere Vermeſſungsbeſtimmungen herausgebildet, bei denen neben den Hauptdimenſionen des Schiffes vielfach auch die Größe der Segelfläche zu berückſichtigen iſt. Die Jachtvermeſſungen bezwecken, beim Wettſegeln die Größenunterſchiede von konkurrierenden Jachten durch Vergütung nach der Vermeſſung möglichſt auszugleichen.

Literatur: [1] Krieger-Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Steinhaus, Abhandlungen aus dem Gebiete des geſamten Schiffbauweſens, Hamburg 1899. — [3] White, A Manual of Naval Architecture, London 1900. — [4] Reichsamt des Innern, Vermeſſungen der Seeſchiffe, Berlin 1895. — [5] Iſakſon, A., Die Schiffsvermeſſungsgeſetze in verſchiedenen Staaten, Jahrbuch der Schiffbautechn. Gef., Berlin 1901. — [6] Board of Trade, Instructions and regulations relating to the measurement of ships and tonnage, London 1907. *T. Schwarz.*

Schiffswelle bildet die Fortſetzung der Kurbelwelle der Schiffsmaſchine bis zu der am Hinterſteven gelagerten Schiffsſchraube und pflanzt die von der Maſchine zu leiſtende Arbeit auf die Schiffsſchraube fort.

Der Durchmeſſer der Schraubenwelle berechnet ſich nach den in Bd. 6, S. 11 und 12, angegebenen Formeln, nur nimmt man die Spannung etwa 10—15% höher als in der Kurbelwelle. Wo hohle Kurbelwellen zur Anwendung kommen, wählt man auch hohle Schraubenwellen aus geſchmiedetem Tiegel- oder Nickelſtahl. Die Schiffswelle beſteht aus einzelnen Wellenenden, die im Wellentunnel durch eine entſprechende Zahl von gußeiſernen Traglagern, deren untere Hälften mit Weißmetall ausgegoſſen ſind, unterſtützt und durch Kupplungen feſt miteinander verbunden werden. Die hinterſte Kupplung iſt meiſt eine Muffenkupplung, um das hinterſte Wellenende, die ſogenannte Schaftwelle, nach hinten durch das Stevenrohr herausziehen zu können. Das der Kurbelwelle zunächſt gelegene Wellenende iſt mit Kämmen für das Drucklager (ſ. d.) verſehen und heißt demnach Drucklagerwelle. Die Schaftwelle iſt im Stevenrohr gelagert und trägt am hinteren Ende die Schraube. Sie hat daher nicht allein das Torſionsmoment, ſondern auch wegen der meiſt frei hängenden Welle ein gewiſſes Biegungsmoment auszuhalten, beſonders, wenn im Seegang die Schraube teilweiſe austaucht. Man macht daher den Durchmeſſer der Schaftwelle gleich dem der Kurbelwelle [1]. Das Ende der Schaftwelle erhält einen koniſchen Anlauf von $^1/_{15}$ zum Einpaſſen in die Schraubennabe ſowie eine oder zwei Nuten zum Einſetzen von Längskeilen, die durch die ganze Länge der Nabe hindurchgehen. Das hinten aus der Nabe vorſtehende Ende der Welle wird mit Gewinde verſehen (rechtsgängig bei linksgängiger Schraube und umgekehrt) und erhält eine bronzene bezw. ſtählerne Mutter mit Sicherung, die meiſt mit einer koniſchen Kappe bedeckt wird [1], [3]. Das Stevenrohr wird bei Kriegsſchiffen aus Bronze, bei Handelsſchiffen meiſt aus Gußeiſen gefertigt; es beſteht in der Hauptſache aus dem eigentlichen Rohr und ſeiner Befeſtigung an dem Schiffsrumpf, den Lagern für die Schaftwelle und der Stopfbuchſe. Bei Einſchraubenſchiffen wird das hinten mit Schraubengewinde verſehene Ende des Stevenrohres meiſt durch die Bohrung des Hinterſtevens gebracht und außen durch eine Mutter feſt angezogen, während das vordere Ende ſich mit einem Flanſch an das entſprechend verſtärkte Stopfbuchſenſchott anlegt [2]. Bei Zweiſchraubenſchiffen erfolgt die Lagerung in ähnlicher Weiſe in der Nabe der Schraubenböcke. Bei ſehr ſcharfen Schiffen, bei denen die Entfernung von Wellenbock bis Wellenaustritt ſehr groß iſt, reicht das Stevenrohr nur vom Stopfbuchſenſchott bis zum Wellenaustritt, und die Welle iſt alsdann von hier bis zum Wellenbock ohne Unterſtützung. Bei den neueren Schnelldampfern wird es vermieden, die Welle außenbords freitragend anzuordnen, und der Schiffskörper iſt derart ausgebaucht, daß die ganze Welle bis zum Schraubenbock innerhalb des Schiffsrumpfes ſicher gelagert und jederzeit zugänglich iſt [4]. Das Stevenrohr erhält zur Lagerung der Schaftwelle meiſt zwei Lager aus Pockholz mit Waſſerkühlung von einer Länge, daß der Lagerdruck 2—3 kg/qcm nicht überſteigt, während die Schaftwelle an den Lagerſtellen warm aufgezogene

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

metallene Ueberzüge beſitzt. Das Pockholz wird in Längsſtäben mit je einem Pflock in der Lagerbuchſe bezw. dem metallenen Stevenrohre befeſtigt, und die Stäbe werden durch einen oben zwiſchengeſchraubten Bronzeſtreifen am Mitdrehen gehindert. Die am vorderen Ende des Stevenrohres angeordnete Stopfbuchſe verhindert den Eintritt des Kühlwaſſers ins Schiff. Das Kühlwaſſer wird meiſt durch ein beſonderes Rohr vom Stevenrohr abgeleitet und nach außenbords durch die Schiffswand geführt. Beſondere Sorgfalt erfordert der Schutz der ſtählernen Welle gegen Anfreſſungen im Seewaſſer durch die galvaniſche Aktion zwiſchen Stahl und Bronze, die namentlich an der Stelle zwiſchen hinterem Bronzeüberzug und Schraubennabe ſowie an den mit Bronzeüberzug verſehenen Lagerſtellen im Stevenrohr auftreten und Veranlaſſung zu Wellenbrüchen geben. Während man früher die Wellen zwiſchen den bronzenen Ueberzügen mit einem Kupfermantel verlötete, hat man neuerdings Umwicklungen mit Marleinen ſowie Umhüllungen von Hartgummi mit Erfolg angewendet, während an der Schraubennabe ein Gummiring angepreßt wird. Auch ſind die Verſuche, Bronze ganz zu vermeiden und das Stevenrohr ſowie die Schraube aus Stahlguß herzuſtellen und als Lagermetall im Stevenrohr Weißmetall zu verwenden, günſtig ausgefallen.

Literatur: [1] Busley, C., Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. — [2] Haack, R., und Busley, C., Die techniſche Entwicklung des Nordd. Lloyd und der Hamburg-Amerikaniſchen Paketfahrt-A.-G., Berlin 1893. — [3] Seaton, A Manual of Marine Engineering, London 1904. — [4] Bauer, G., Berechnung und Konſtruktion der Schiffsmaſchinen und -keſſel, Berlin 1908. — [5] Wilda, Die Schiffsmaſchinen, Hannover 1905. — [6] Bertin, L. E., Machines marines, Paris 1899. *T. Schwarz.*

Schiffswiderſtand (vgl. a. Probefahrt). Die älteren Formeln zur Beſtimmung des Schiffswiderſtandes gehen teilweiſe von der Verdrängungstheorie aus — Formeln von Campaignac, Bourgeois, Dupuy de Lome, Nyſtröm [7], Manfel, Thornycroft, Middendorf, Riehn, Afonaſſiefu. a. —, teilweiſe von der Stromlinientheorie — Formeln von Rankine, Kirk, Froude, Tidemann [5], Rauchfuß [8] u. ſ. w. — und geben meiſt direkt die Werte der erforderlichen Maſchinenleiſtung in indizierten Pferdeſtärken. S. a. Kanalſchiffahrt, Modellſchleppſtation.

Die Formel von Campaignac, $JHP = \bigotimes V^3 : C$, worin JHP die Größe der indizierten Pferdeſtärken, V die Geſchwindigkeit des Schiffes in Knoten, $\bigotimes$ das Areal des Hauptſpants in Quadratmetern und C eine Konſtante, nach neueren Probefahrten zwiſchen 36 und 80 bedeuten, findet bei überſchlägigen Berechnungen unter Benutzung der Werte von C ähnlicher Schiffe vielfach Verwendung; ebenſo die ähnliche franzöſiſche Formel $JHP = \bigotimes V^3 : m^3$, worin m zwiſchen 3,4 und 4,0 ſchwankt, ſowie die engliſche Admiralitätsformel $JHP = V^3 P^{2/3} : C_1$, worin P das Deplacement in engl. Tons (1 t = 1016 kg) bedeutet und C_1 zwiſchen 100 und 260 liegt. — Die Formeln von Riehn und Middendorf [1], [2], [9] geben gute Reſultate, da ſie bereits Rückſicht nehmen auf die Schiffsform, das Verhältnis von Länge zur Breite, die Völligkeit des Deplacements ſowie die benetzte Oberfläche. Die ältere Middendorfſche Formel ſetzt ſich aus dem Formwiderſtand W_1 und dem Reibungswiderſtand W_2 zuſammen und lautet:

$$W = W_1 + W_2 = \frac{11 \bigotimes v^{2,5}}{\sqrt{1 + k\left(\frac{L}{B}\right)^2}} + 0{,}17\, \Omega\, v^2,$$

worin L die Länge des Schiffes zwiſchen den Perpendikeln in Metern, B die größte Breite in Metern, v die Geſchwindigkeit in Metern pro Sekunde, Ω die benetzte Oberfläche in Quadratmetern und k ein Koeffizient iſt, der ſich nach dem Völligkeitsgrade des Deplacements richtet und im allgemeinen gleich 2 zu ſetzen iſt. Die Beſtimmung der indizierten Pferdeſtärken ergibt ſich aus der Formel $JHP = \frac{W}{75\,\eta}\left(v + \sqrt{\frac{W}{160\,a}}\right)$, worin a die Kreisfläche der Schraube bezw. die Fläche zweier Radſchaufeln in Quadratmetern und η der Wirkungsgrad der Maſchine iſt (0,6 bei kleineren Maſchinen bis 0,9 bei hohen Pferdeſtärken). Die neue Formel von Middendorf legt Schiffsformen zugrunde, welche mit der geforderten Geſchwindigkeit in beſſerem Einklang ſtehen, auch iſt mit einer beſſeren Beſchaffenheit der benetzten Oberfläche gerechnet. Sie lautet:

$$W = W_1 + W_2 = \varepsilon \frac{\bigotimes B \cdot v^{2,5}}{\sqrt{B^2 + k\,L^2}} + 0{,}16\, \Omega\, v^{1,85}.$$

Der Wert von ε iſt abhängig von $L : v^2$, der von k von $L : B$. Die Rankineſche Formel berückſichtigt neben der benetzten Oberfläche Ω den mittleren Neigungswinkel α aller Waſſerlinien im Bug gegen die Längsſchiffsachſe und iſt $JHP = V^3 \Omega\,(1 + 4\sin^2\alpha + \sin^4\alpha) : 20000$, wobei V in Knoten und Ω in Fuß engl. angegeben iſt. Die Ziffer 20000 ſinkt bei völligen Schiffen bis auf 16000.

Eine Vereinfachung der Rankineſchen Formel bildet die von Kirk, bei welcher die umſtändliche Berechnung der benetzten Oberfläche durch die Berechnung der Oberfläche eines Blockmodells erſetzt wird von der Länge des Schiffes mit parallelepipediſchem Mittelſchiff und dreiſeitig prismatiſchen zugeſpitzten Enden; es kommen bei dieſem Blockmodell auch die Eintrittswinkel im Vor- und Hinterſchiff in Betracht. Für die Beſtimmung der indizierten Pferdeſtärken nimmt Kirk nach praktiſchen Verſuchen an, daß für je 100 Quadratfuß engl. bei einer Geſchwindigkeit von 10 Knoten 5 PSi für gewöhnliche und 4 PSi für ſcharfe Schiffsformen erforderlich ſind. Für eine Blockmodelloberfläche von 15000 Quadratfuß und 15 Knoten Geſchwindigkeit wird demnach $JHP = (15 : 10)^3 \cdot 5 \cdot 150 = 2531$ [1], [2], [6].

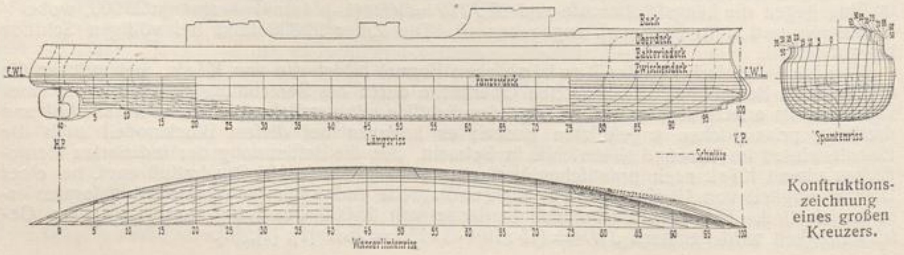
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Formel von Froude beruht auf der Feſtſtellung des Schiffswiderſtandes durch Schleppverſuche an Modellen nach dem von ihm durch Schleppverſuche im großen und an Modellen aufgeſtellten ſogenannten Geſetz der korreſpondierenden Geſchwindigkeiten. Verhalten ſich die linearen Dimenſionen des Modells zu jenen des Schiffes wie $1:n$ und ſind die beobachteten Modellwiderſtände bei den Geſchwindigkeiten von $v_1\, v_2\, v_3$, $r_1\, r_2\, r_3$ u. ſ. w., ſo ſind die Widerſtände des Schiffes bei den Geſchwindigkeiten $v\sqrt{n}$, $v_1\sqrt{n}$, $v_2\sqrt{n}$ gleich $n^3 r$, $n^3 r_1$, $n^3 r_2$ u. ſ. w. Froude bezeichnet die Geſchwindigkeiten v und $v\sqrt{n}$; v_1 und $v_1\sqrt{n}$ u. ſ. w. als korreſpondierende Geſchwindigkeiten. Trägt man nun bei den verſchiedenen Geſchwindigkeiten des Modells als Abſziſſen die beobachteten Widerſtände als Ordinaten auf, ſo ergibt ſich die Widerſtandskurve des Modells. Nach weiteren Verſuchen von Froude hat ſich nun ergeben, daß die Reibungswiderſtände von Schiff und Modell erheblich differieren und daß im beſonderen die Reibung mit zunehmender Länge der Reibungsfläche abnimmt. Der Reibungswiderſtand berechnet ſich hiernach aus $Wr = k\gamma\Omega v^m$, worin γ das ſpezifiſche Gewicht des Waſſers iſt, während k und m nach der Länge der Reibungsfläche von 0,22—0,15 bezw. von 1,9—1,83 variieren. — Ermittelt man demnach nach dieſer Formel für die einzelnen Geſchwindigkeiten die Kurve des Reibungswiderſtandes des Modells, ſo ergibt die Differenz zwiſchen dieſer Kurve und der Geſamtwiderſtandskurve die Größen des form- und wellenbildenden Widerſtands des Modells, welche dann nach dem Geſetz der korreſpondierenden Geſchwindigkeiten zu einer Kurve des form- und wellenbildenden Widerſtandes des Schiffes übertragen werden können. Trägt man auf dieſe Kurve als Ordinaten die einzelnen Reibungswiderſtände des Schiffes, für die größere Schiffslänge berechnet, hinzu, ſo ergibt die ſo erzielte Kurve die Geſamtwiderſtandskurve des Schiffes für die korreſpondierenden Geſchwindigkeiten. Mit Hilfe der Modellſchleppverſuche iſt man daher imſtande, für eine beſtimmte geforderte Maximalgeſchwindigkeit diejenige Schiffsform durch Verſuche mit verſchiedenen Modellen zu ermitteln, welche den geringſten Widerſtand erfordert. Um ferner über die Form des Propellers für ſich ſowie mit Bezug auf die Schiffsform Aufſchluß zu erhalten, werden zu gleicher Zeit Schleppverſuche mit verſchiedenen Propellerformen gemacht, wobei dieſelben in entſprechende Umdrehungen verſetzt werden, ſo daß man mit Hilfe der Schleppverſuche auch den Effektverluſt der Propeller durch Slip, Reibung, Wirbelbildung mit großer Genauigkeit vorausbeſtimmen kann. Tanks zur Vornahme von Modellſchleppverſuchen ſind zurzeit bei allen größeren Marinen und Schiffswerften vorhanden, und die Verſuche tragen weſentlich zur Klärung der Geſetze des Schiffswiderſtandes bei ([2]—[6], [10], [12]). Neuerdings iſt die Schleppmethode durch das Syſtem Wellenkamp (ſ. Modellſchleppſtation) weſentlich vereinfacht, und ergeben die automatiſch aufgezeichneten Geſchwindigkeitsmeſſungen bei konſtantem Zuggewicht eine erheblich größere Genauigkeit [13].

Literatur: [1] Krieger-Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Busley, C., Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. — [3] Pollard u. Dudebout, Théorie du navire, Paris 1890—94. [4] Tullinger, Ueber Nutzen und Einrichtung von Stationen zum Schleppen von Schiffsmodellen, Mitteilungen aus dem Gebiet des Seeweſens 1885. — [5] Dislère, Exposé sommaire des expériences faites à Amsterdam sur la résistance des carènes, Paris 1879. — [6] Rota, G., La Vasca per le esperienze di architettura navale nel R. Arsenale di Spezia, Genua 1889. — [7] Nyſtröm, Pocket book of Mechanics, Philadelphia 1882. — [8] Rauchfuß, Ueber den Schiffswiderſtand, Berlin 1880. — [9] Riehn, Die Berechnung des Schiffswiderſtandes, Hannover 1882. — [10] Taylor, Resistance of ships and screw propulsion, New York 1907. — [11] Middendorf, Widerſtand der Schiffe und Ermittlung der Arbeitsleiſtung für Schiffsmaſchinen, Jahrbuch der Schiffbautechn. Geſellſchaft, Berlin 1900. — [12] Schütte, Die Schleppverſuchsſtation des Norddeutſchen Lloyd, Zeitſchr. Schiffbau 1900. — [13] Wellenkamp, Eine neue Modellſchleppmethode, Jahrbuch der Schiffbautechn. Geſellſchaft, Berlin 1908.

T. Schwarz.

Schiffszeichnungen beſtehen aus der Konſtruktionszeichnung oder dem Linienriß, den Einrichtungszeichnungen, Bauzeichnungen, aus welchen die Raumverteilung ſowie die wichtigſten Teile des Ausbaus und der Ausſtattung nebſt Hilfsmaſchinen hervorgehen. Sie zerfallen in den Längsſchnitt, die Deckspläne mit dem Stauungsplan und die Querſchnitte, den Hauptſpant mit den Materialſtärken, die Detailzeichnungen ſowie Lenztafel, Lüftungspläne u. ſ. w. Der Konſtruktionsriß gibt die geometriſche Schiffsform in drei zueinander ſenkrecht ſtehenden Projektionsebenen wieder und iſt für die Durchführung der Schiffsberechnungen vor dem Bau ſowie zum Abſchlagen des Riſſes auf dem Schnürboden (ſ. d.) für die Bauausführung erforderlich (ſ. die Figur).



Konſtruktionszeichnung eines großen Kreuzers.

Als Grundlage dient ein Netz nach den Hauptdimenſionen: Länge, Breite und Tiefe. Der Aufriß oder Längsriß liegt in der Symmetrieebene des Schiffes und gibt die Form des Vor- und Hinterſtevens, des Kiels ſowie den Verlauf oder Strak der Reling, der Decks u. ſ. w. an. Ferner erſcheinen in demſelben folgende Schiffslinien: als gerade horizontale Linien die Waſſerlinien, als gerade vertikale Linien die Spanten und als Kurven die Schnitte. Der Grundriß oder Waſſerlinienriß gibt die Formen der Waſſerlinien ſowie den Grundriß der Decks wieder; er wird nur von einer Schiffshälfte gezeichnet; in demſelben zeigen ſich die Spanten als gerade vertikale Linien, die Schnitte als gerade horizontale Linien. Der Seiten- oder Spantenriß enthält die einzelnen Spantkurven, und man zeichnet zur Linken der Symmetrieachſe die Spanten des Hinterſchiffes, zur Rechten die des Vorſchiffes. Er gibt in geraden horizontalen Linien die Waſſerlinien, in geraden vertikalen Linien die Schnitte wieder. Die größte Spantkurve, welche in der Regel etwas hinter der Mitte liegt, heißt Haupt- oder Nullſpant. Die Kunſt der Anfertigung eines Konſtruktionsriſſes beſteht nun in der richtigen und praktiſchen Anordnung der Schiffskurven gemäß den Konſtruktionsbedingungen ſowie in dem guten Strak ſämtlicher Kurven. Zur Kontrolle und beſſeren Ueberſicht dienen die Senten, Schnitte, welche die Spantkurven möglichſt winkelrecht durchſchneiden und in dem Spantenriß als zur Mittellinie geneigte Gerade, in dem Waſſerlinienriß als Kurven erſcheinen; auch erfolgt das Aufmaß des Spantenriſſes zur Uebertragung auf den Schnürboden am beſten nach den Senten, da die Linien ſich faſt ſenkrecht ſchneiden. Bezüglich der Konſtruktion des Laſtenmaßſtabes, der Deplacements- und Waſſerlinienſkala, der Integralkurven ſ. Schiffsberechnung.

Literatur: [1] Krieger-Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Neudeck, Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau, Berlin 1902. — [3] Thearle, Naval architecture, London 1876. — [4] Pollard und Dudebout, Théorie du navire, Paris 1890. *T. Schwarz.*

Schiffszertifikat oder Seebrief, eine Urkunde, welche dem Schiffsführer als Legitimationspapier dient und einen Ausweis gibt über das Recht, die Schiffsflagge zu führen. Dasſelbe gibt Aufſchluß über Namen und Art des Schiffes, den Eigentümer, den Heimatshafen ſowie über die Vermeſſungsdaten. Das Schiffszertifikat wird von beſonderen Schiffsregiſterbehörden nach vorgeſchriebenem Formular ausgeſtellt. *T. Schwarz.*

Schiffszug, ſ. Flußſchiffahrt, ferner Kanalſchiffahrt, Bd. 5, S. 362.

Schifkorn-Brücken, nach dem Erfinder, einem öſterreichiſchen Werkmeiſter, benanntes, veraltetes Konſtruktionsſyſtem eiſerner Brücken, das eine Zeitlang (1857—68), und zwar ausſchließlich in Oeſterreich, zur Anwendung gelangte.

Die Schifkorn-Träger waren eine Nachbildung der Howeſchen Fachwerke (ſ. Brücken, hölzerne) mit gekreuzten Druckſtreben und künſtlich angeſpannten Vertikalſtäben. Die gußeiſernen Streben ſowie der gußeiſerne Obergurt beſtanden aus kurzen, von Knotenpunkt zu Knotenpunkt reichenden Stücken, die ſich gegen runde oder eckige Querbolzen ſtützen. Die einzelnen Stücke des Obergurtes wurden durch durchgehende ſchmiedeeiſerne Längsſchienen, die an den Endſtändern anzuſpannen waren, zuſammengehalten. Höhere Träger mit vierfacher Teilungszahl erhielten einen die mittleren Knotenpunkte verbindenden, ebenfalls aus Spannſchienen beſtehenden Mittelgurt. Der Untergurt ſowie die vertikalen Rundeiſenſtangen waren aus Schmiedeeiſen. Jeder Träger beſtand aus zwei bis vier, durch die gemeinſamen Querbolzen verbundenen Wänden. Die Mängel dieſes Brückenſyſtems, das allerdings durch Wegfall aller Nietarbeit den Vorteil leichter und raſcher Aufſtellung bot, lagen in der Zuſammenſetzung aus vielen Einzelſtücken bei unvollkommener Verbindung derſelben, in der Unbeſtimmtheit der Kräfte, die durch die künſtliche Anſpannung hervorgerufen wurden und in der Verwendung des Gußeiſens. Auf den in den 1860er Jahren erbauten öſterreichiſchen Eiſenbahnen kamen ziemlich viele Schifkorn-Brücken zur Ausführung. Seit dem im Jahre 1868 erfolgten Einſturz eines Feldes der Eiſenbahnbrücke über den Pruthfluß bei Czernowitz (57 m Spannweite) wurde aber dieſes Brückenſyſtem ganz aufgegeben, und jetzt dürften wohl alle früher beſtandenen Schifkorn-Brücken bereits beſeitigt und durch neue eiſerne Brücken erſetzt worden ſein.

Literatur: Schifkorn, Beſchreibung des Syſtems, Zeitſchr. d. öſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1854; Brücke der Böhmiſchen Nordbahn über die Elbe bei Tetſchen; Winkler, Vorträge über Brückenbau, Eiſerne Brücken, II, 1875.

Schiften (Anſchiften, Schmiegen), die Art und Weiſe, wie die Schiftſparren oder Schifter an die Grat- bezw. Kehlſparren angepaßt (geſchiftet) und befeſtigt werden. Das praktiſche Verfahren, die Länge der Schiftſparren ſowie die Form und Lage der Schnittflächen (Schmiegefläche, Schmiege), mit der ſich die Schifter an die Gratſparren anſchmiegen, iſt eine der ſchwierigeren Aufgaben des Zimmermanns. Vgl. a. die Literatur unter Dachſtuhl, Bd. 2, S. 518. *Weinbrenner.*

Schiftſparren (Schifter), ſ. Dachſtuhl, Bd. 2, S. 513.

Schiftung, die Ausmittlung der wahren Länge eines Dachſparrens ſowie die Beſtimmung der wahren Fläche (Schmiege), mit der er ſich an ein andres Holzſtück anlehnt. Ueber das Verfahren ſ. Dachzerlegung, Bd. 2, S. 527, und Dachſtuhl, Bd. 2, S. 513. *Weinbrenner.*

Schikane, im Rechtsſinn, liegt vor bei Ausübung eines Rechts, wenn dieſe Ausübung nur den Zweck haben kann, einem andern Schaden zuzufügen (B.G.B. § 226).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Angesichts einer so überaus weitgehenden Einschränkung des Begriffs im Gesetz ist klar, daß Leben und Verkehr unzählige Maßnahmen, Rechtsausübungen als Schikane empfinden und bezeichnen, die es nach Anstand und Moral zwar wohl auch sind, nicht aber nach der Definition des Bürgerlichen Gesetzbuchs; es ist daher auch instruktiver, Beispiele aufzuzählen dafür, was nicht Schikane ist; ob dann freilich noch viel übrigbleibt, worauf § 226 angewendet werden könnte, ist eine andre Frage.

Schikane ist also nicht Ausübung eines Rechts, wenn sittliche Rücksichten die Ausübung verbieten; hier greift unter Umständen § 826 B.G.B. Platz, der vorsätzlich verübte und gegen die guten Sitten verstoßende Schädigungen, die sogenannten illoyalen Handlungen mit der Strafe des Schadenersatzes an den Beschädigten belegt. Ausübung eines Rechts ist nicht schon dann Schikane, wenn auch einem andern dadurch absichtlich oder unabsichtlich Schaden zugefügt wird; so wurde das Verbauen der Aussicht, das Ausheben von Kies seitens des Grundeigentümers mit dem deutlich erkennbaren Zweck, den Nachbar zu schädigen und so zum Verkauf seines Grundstücks zu zwingen, deshalb noch nicht für unzulässig erachtet, weil das Verbauen bezw. Ausgraben nicht zum einzig möglichen Zweck, die Schädigung des Nachbars, sondern auch die bessere Verwertung des Grundstücks, die Verwertung des Kieses haben konnte (s. § 903 B.G.B.). Schikane ist nicht Ausübung eines Rechts zwecks Abwendung eines Schadens vom Berechtigten, auch wenn dies nur unter Schädigung des andern möglich wäre; z. B. ist ein Pfandgläubiger nicht verpflichtet, von seinem Pfand etwas herauszugeben, bevor er nicht für seine ganze Forderung bei Heller und Pfennig befriedigt ist (§§ 1210 ff. B.G.B.; entgegengesetzt beim Zurückbehaltungsrecht, §§ 369 ff. H.G.B.). Schikane ist es nicht, wenn ein Käufer auf Grund einer an sich begründeten Reklamation vom Kauf zurücktritt, während es ihm in Wahrheit nur darum zu tun ist, aus anderm Grunde, z. B. wegen Sinkens der Preise, von dem Abschluß loszukommen. Als Schikane wurde es nicht anerkannt, daß einer von dem ihm gegen einen andern zustehenden Konkurrenzverbot Gebrauch machte zu einer Zeit, da der erstere gar kein derartiges Geschäft betrieb.

Aus diesen der deutschen Rechtsprechung entnommenen Beispielen läßt sich der — nicht eben befriegende — Satz herausdestillieren: Schikane im Rechtssinn liegt nur vor, wenn die Handlung des sein Recht Ausübenden jeden andern Zweck als den der Schikane völlig ausgeschlossen erscheinen läßt. Läßt sich noch ein andrer Zweck des Handelns, namentlich also der des eignen Vorteils denken, mag selbst dieser Zweck augenscheinlich mit der Schädigung eines andern verknüpft und wegen der Wahl des benutzten Mittels oder aus sonstigen Gründen von einem rechtlich Denkenden nicht zu billigen sein, so ist für die Geltung des § 226 B.G.B. kein Raum; ob § 826 B.G.B. (s. oben) Platz greifen kann, ist aus dem herrschenden Volksbewußtsein unter Zugrundelegung eines durchschnittlichen Maßstabs je nach den Umständen des einzelnen Falls zu entscheiden. Jeder ist also befugt, die ihm zustehenden Rechte in ihrem vollen Umfang auszuüben, soweit diese Ausübung irgendeinem Interesse des Berechtigten zu dienen vermag; nur wo gar kein solches Interesse mehr denkbar ist, hört die Befugnis zur Rechtsausübung auf und ist der Ausübende dem Beschädigten zum Schadenersatz verpflichtet.

Da nun die Anwendbarkeit solcher allgemeinster Sätze doch zu schlimmer Rechtsunsicherheit führen müßte, hat das Bürgerliche Gesetzbuch eine Reihe von Einzelbestimmungen erlassen, deren wichtigste hier kurz angedeutet sein mögen: Verträge sind so auszulegen, Verbindlichkeiten so zu erfüllen, wie Treu und Glauben mit Rücksicht auf die Verkehrssitte es erfordern (B.G.B. §§ 157, 242); eine unerhebliche Minderung des Werts oder der Tauglichkeit der Kaufsache berechtigen den Käufer nicht zur Wandlung oder Minderung (B.G.B. §§ 459, 462); eine kurze unverschuldete Verhinderung des Angestellten an der Leistung seiner Dienste nimmt ihm den Anspruch auf Gehalt nicht (B.G.B. §§ 616 f., cf. H.G.B. § 63); ein Grundstückseigentümer kann Einwirkungen auf sein Grundstück nicht verbieten, die in solcher Höhe oder Tiefe vorgenommen werden, daß er an der Ausschließung kein Interesse hat (B.G.B. § 905); ein Grundstückseigentümer kann die Zuführung von Rauch, Ruß, Gasen, Gerüchen, Geräusch u. s. w. insoweit nicht verbieten, als die Benutzung seines Grundstücks dadurch nur unwesentlich beeinträchtigt oder durch eine nach den örtlichen Verhältnissen gewöhnliche Benutzung des belästigenden Grundstücks (z. B. in einem Fabrikviertel) herbeigeführt wird (B.G.B. §§ 906 f., 1004, cf. Gew.O. §§ 16, 19); ein Grundstück darf nicht in der Weise vertieft werden, daß der Boden des Nachbargrundstücks die erforderliche Stütze verliert (B.G.B. § 909); fahrlässige Grenzüberschreitung bei einem Bauwesen berechtigt den Geschädigten nur zur Forderung von Schadenersatz, wenn letzterer nicht vor oder sofort nach der Grenzüberschreitung Widerspruch erhoben hat (B.G.B. §§ 912 ff.); der Nachbar, dessen Grundstück die zur ordnungsmäßigen Benutzung notwendige Verbindung mit einem öffentlichen Weg nicht hat, kann verlangen, daß der Eigentümer die Benutzung seines Grundstücks zur Herstellung dieser Verbindung gegen Entschädigung dulde (B.G.B. §§ 917 ff.); Schikane zu verhüten sind ferner bestimmt die Vorschriften des B.G.B. §§ 910 f., betreffend Ueberhang- und Ueberfallsrecht, §§ 919 f., betreffend Abmarkung und Grenzverwirrung, und eine große Reihe Detailvorschriften in Landesgesetzen, insbesondere über das Nachbarrecht, so z. B. die Art. 217 bis 254 des Württ. Ausführungsgesetzes zum Bürgerlichen Gesetzbuch, die auf Grund des Vorbehalts im Art. 124 des Reichseinführungsgesetzes zum Bürgerlichen Gesetzbuch ergangen oder in Geltung geblieben sind und meist die Materie bis in die kleinsten Einzelheiten regeln. Der Vollständigkeit halber mag noch hingewiesen werden auf das Gesetz betreffend den unlauteren Wettbewerb und die Bestimmungen des H.G.B. §§ 74, 76, 112, 236, 326 und der Gew.O. §§ 133 f. über die Konkurrenzverbote, welche Schikane und illoyale Handlungen zu verhüten bestimmt sind; ob und wie dieser Zweck erreicht wird, braucht hier nicht untersucht zu werden.

Literatur: Die Kommentare zum Bürgerlichen Gesetzbuch von Planck und Staudinger; Die Spruchsammlungen der deutschen obersten Gerichte; Jacubezky in Gruchots Beiträgen zur Erläuterung des deutschen Rechts, Bd. 40, S. 591 ff.

Sick.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schild, 1. Teil eines Türbeschlägs, der als Platte die durch die Türe gehenden Löcher für den Schlüssel, Drücker und den Nachtriegel eines eingesteckten Schlosses begrenzt (ist an besseren Türen aus glattem oder verziertem Messingblech hergestellt); 2. schwache Wand zwischen stärkeren Pfeilern; 3. Gewölbekappe, die in ein Hauptgewölbe einschneidet und ein Wandfeld (Lünette), auch Türen- oder Fensterbogen umgrenzt; 4. Tafel mit Straßennummer, Firma oder Abzeichen eines Hauses. *Weinbrenner.*

Schildbogen, diejenigen Bogenlinien, in welchen die Laibungen der Gewölbekappen des Kreuzgewölbes oder des Tonnengewölbes die Schildmauern bezw. die Stirnmauern schneiden. Schildbogenrippen oder Wandrippen, Wandgurten sind profilierte, vor die Gewölbelaibung und die Schildmauer vortretende Schildbogen (s. Gewölbe). *L. v. Willmann.*

Schilddach, flach gewölbtes Dach über offener Halle; auch s. v. w. Schirmdach.

Schilderblau, s. Blaudruck.

Schilderhaus, Schutzhäuschen für Wachtposten; wird aus Holz oder Blech, bei großen öffentlichen Gebäuden oder auf Wallmauern auch aus Stein erstellt.

Schildmauern oder Stirnmauern sind diejenigen Umfassungsmauern eines überwölbten Raumes, die keinem oder bei Gewölben mit „Stich" nur geringem Schube ausgesetzt sind und an welchen im Schnitt mit der Gewölbelaibung die Wölblinie oder eine Projektion derselben sich zeigt (s. Gewölbe). *L. v. Willmann.*

Schildpatt (Schildkrot), die technisch verwendbaren Schilder oder Panzerplatten mehrerer Seeschildkröten, insbesondere der echten Karettschildkröte, Chelone imbricata.

Diese bewohnt alle zwischen den Wendekreisen liegenden Meere, tritt aber in größerer Menge namentlich im Karaibischen Meere und in der Sulusee auf. Sie besitzt einen eiförmigen, schwach gewölbten Rückenpanzer bis zu 1 m Länge, mit kräftigen Schildern oder Hornplatten und einen fast flachen Bauchpanzer, dessen Schilder viel schwächer entwickelt sind. Die Verteilung der Rückenplatten ist folgende: Längs der Mittellinie liegen fünf Mittel- oder Wirbelplatten (meist scharf gekielt), zu beiden Seiten je vier Seiten- und im Umfange des Panzers 25 Randplatten (wegen ihrer dicken, klauenförmigen Gestalt „Klauen", „Füße" oder „Nasen" genannt), von welchen die dem Kopf zunächst kommende die Nacken-, die entgegengesetzte die Schwanzplatte genannt wird. — Die Platten decken sich am (hinteren) Rande dachziegelartig. Die Platten des Bauchschildes liegen nur in zwei Reihen und werden nach der Körpergegend in Kehl-, Arm- oder Oberbrust-, Brust-, Bauch-, Unterbauch-, After- und Weichenplatten eingeteilt. Sowohl die Rücken- als auch die Randplatten der Bauchseite werden gegenwärtig in ausgedehnter Weise als ein edles Drechslermaterial verwendet. — Schildpatt ist fest, glatt, ausgezeichnet polierbar, sehr elastisch, in der Kälte etwas spröder als Horn, besitzt aber einen viel stärkeren Glanz und läßt sich so vollkommen zusammenschweißen (löten), daß beliebig große Stücke hergestellt, zerbrochene Gegenstände tadellos ausgebessert und selbst die Abfälle wieder verwertet werden können. Gleich dem Horn eine Epidermisbildung, ist es aus geschichteten Oberhautzellen zusammengesetzt, besitzt aber keine Markkanäle (s. Horn). Rücken- und Bauchschilder sind nicht nur durch die Stärke, sondern auch durch die Färbung verschieden. Erstere erscheinen gefleckt, d. h. auf düster grünlich- bis schwarzbraunem Grunde flammig gezeichnet, indem von einer Stelle, in der Regel vom hinteren Winkel des einzelnen Schildes aus, lichtere, durchsichtige, rosarötlich, ledergelb und ähnlich gefärbte Streifen auslaufen, welche unter Umständen sich so verbreitern können, daß die ursprünglich dunkle Färbung des Schildes als Zeichnung erscheint (Brehm). — Als besonders wertvoll gilt das schwarzgelb getigerte ostindische Schildpatt; diesem folgt oder ist gleichbewertet das chinesische, während das eigentümlich rotfleckig geflammte westindische und das rotbraun-verschwommene, kleine lichte Flecken zeigende ägyptische Schildpatt im Werte stark zurückstehen. Gegenwärtig ist das blonde oder reine gelbe Schildpatt, aus den Rand- und Bauchplatten hergestellt, besonders beliebt. Auch die einzelnen Platten des Rückenschildes geben noch gewisse Wertabstufungen. Die zwei mittleren Seitenplatten jeder Seite überragen alle übrigen an Größe und Dicke und heißen die Hauptplatten; dann folgen in der Bewertung die beiden vorderen Seiten-, die beiden hinteren „Spitz"-, die vier gekielten Rückenplatten und die fünfeckige Kopfplatte. Auch die Platten der Riesenschildkröte und die der gemeinen Karettschildkröte dienen als Schildpatt; erstere sind einfarbig und werden meistens künstlich gefärbt. Echtes Schildpatt erkennt man mikroskopisch an den scharf konturierten kernhaltigen Hornzellen; vom Horn läßt es sich leicht durch das Fehlen der Markkanäle unterscheiden.

Behufs Gewinnung werden die Tiere entweder getötet oder in grausamer Weise in lebendem Zustande über Feuer aufgehängt und so lange geröstet, bis sich die Hornplatten leicht ablösen lassen. Die erste Zurichtung des Schildpattes erfordert ein Reinigen durch Schaben oder Abschleifen mit Glas- oder Sandpapier; damit die Platten ihre natürliche Krümmung oder Wölbung verlieren, werden sie in erwärmtem Zustande zwischen den ebenfalls erwärmten Metallbacken einer Schraubenpresse leicht gepreßt und in der Presse erkalten gelassen. Schildpatt erfährt eine umfangreiche Verwendung zu Dosen, Kämmen, Haarnadeln, Fächerblättern, Augengläserfassungen, Furnierblättern, Knöpfen und zahlreichen Galanterieartikeln.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ebenfo umfangreich find aber auch die Nachahmungen des Schildpattes. — Man benutzt hierzu Laternenhorn, Gelatine, entkalktes Elfenbein, Celluloid u. f. w. Dem Horn erteilt man durch Färbung mit einem Brei aus Kalk, Pottafche, Graphit und Kolkothar (Fe_2O_3) oder durch Verbrennen von Schwefelblumen, die man auf das Horn geftreut hat, das Ausfehen von Schildpatt. Die an dem fchwachen Glanz und plumpen Ausfehen leicht erkennbare Nachahmung mit Gelatine gefchieht folgendermaßen. Auf eine Glasplatte wird eine fchwach gelbgefärbte, dicke, warme Gelatinelöfung aufgegoffen; auf deren halberftarrte Oberfläche träufelt man eine braungefärbte und eine lichte Gelatine, die fich ausbreitet und eine Zeichnung hervorruft, wie fie echtes Schildpatt befitzt. Nach dem Erftarren zieht man die durch doppeltchromfaures Kali luft- und wafferbeftändiger gemachte Gelatine vom Glafe ab. *T. F. Hanaufek.*

Schildräder, nach Reuleaux zwei um parallele Achfen rotierende Zahnräder, deren ineinander greifende Zähne aus Zapfen beftehen, die zu den Drehungsachfen parallel find. (Vgl. Reuleaux, Konftrukteur, Braunfchweig 1882.)

Schildzapfen, die Zapfen zur Lagerung der Gefchütze in der Lafette.

Schilffandftein, dem mittleren Keuper angehörige, bis zu 30 m mächtige, meift feinkörnige Sandfteine von meift grünlichgrauer (rot oder rotbraun gefleckt) oder gelber Farbe und mit tonigem oder dolomitifchem Bindemittel; reich an Pflanzen und ftellenweife auch dünne Flöze von nicht bauwürdiger Pechkohle führend. Druckfeftigkeit 300—500 kg pro Quadratzentimeter, Waffer aufnahme 2—5%. Viel benutzt als Werkftein zu Hochbauten (Franken, Maingegend, Stuttgart).

Schillerfels, f. Gabbro.

Schilling, f. Pfund Sterling.

Schindel (Spließe, Span), f. Dachfchindeln.

Schindeldach, ift fehr dicht und warmhaltend, kommt daher in rauher Gebirgsgegend, bei feiner hohen Feuergefährlichkeit aber nur an einzelftehenden Gebäuden zur Anwendung.

Man unterfcheidet zwei Arten: 1. Das aus großen gefpaltenen und unbearbeiteten Schindeln, die in zehn- und mehrfachen Lagen bei flacher Neigung und weiter Ausladung der Sparren den charakteriftifchen Schutz der Holzhäufer bilden, wie fie in den Alpengebieten der Schweiz, Bayerns und Tirols heimifch find. Die Befeftigung erfolgt durch lange Holznägel auf den halbrunden Spaltlatten fowie durch lange, fchräg übergelegte und mit Feldfteinen belaftete Stangen. An der Firft ftehen die an der Wetterfeite liegende Schindellage über. Der Ortgang ift durch Schutzbretter verwahrt. 2. Das aus kleinen gefchnitzten Schindeln gebildete fchuppenförmige Dach; es hat vier- bis fünffache Ueberdeckung und Schalung oder Lattung als Unterlage (f. Dachfchindeln). Näheres in [1]—[4].

Literatur: [1] Gladbach, E., Schweizer Holzftil, Darmftadt, o. J. — [2] Derf., Holzarchitektur der Schweiz, Zürich 1876. — [3] Eifenlohr, F., Holzbauten des Schwarzwalds, Karlsruhe 1853. — [4] Hochftetter, J., Schweizerifche Holzarchitektur, Karlsruhe 1858. *Weinbrenner.*

Schirmwicklung, f. Magnetismus und Meßinftrumente.

Schirting, f. Weberei.

Schlachthaus (Schlachthalle), öffentliches Gebäude, in welchem unter Aufficht der Behörde das Schlachten des Viehes fowie die Aufbewahrung des Fleifches ftattfindet.

Schon bei den Römern üblich, ebenfo in Deutfchland vom 11. Jahrhundert an im Mittelalter, kam diefe Gebäudeanlage bei dem rafchen Aufblühen der Großftädte im Laufe der letzten Jahrzehnte zu großartiger Entwicklung, wozu der gleichzeitige technifche und gewerbliche Auffchwung wefentlich beitrug. — Nicht nur die größten Städte, vielmehr jedes gutverwaltete Landftädtchen erfreut fich heute einer folchen Anlage, die für die Gefundheit und die Annehmlichkeit der Einwohner von höchfter Bedeutung ift. Sie ermöglicht eine fcharfe gefundheitliche Ueberwachung des Betriebs fowie Förderung größter Reinlichkeit, ebenfo eine fchnelle und vollkommene Befeitigung der Abfälle, unter Fernhaltung aller üblen Gerüche, als auch Einfchränkung von Tierquälerei. Wefentlich unterftützt wird dies durch die mit den großen ftädtifchen Schlachthäufern in direkter Verbindung ftehenden Viehmärkte, welche in

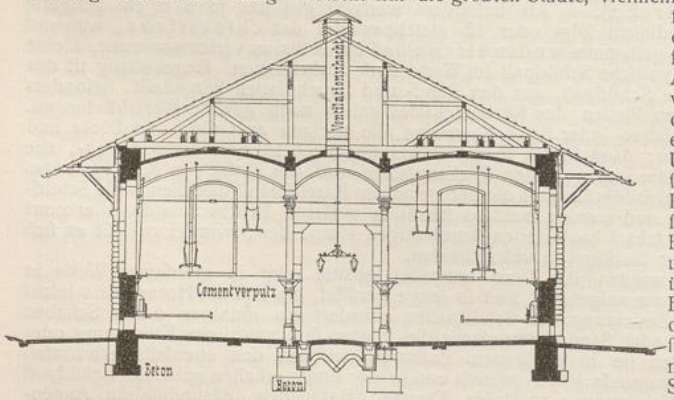


Fig. 1. Städtifcher Schlacht- und Viehhof in Karlsruhe i. B. (Querfchnitt der Schlachthalle für Großvieh).

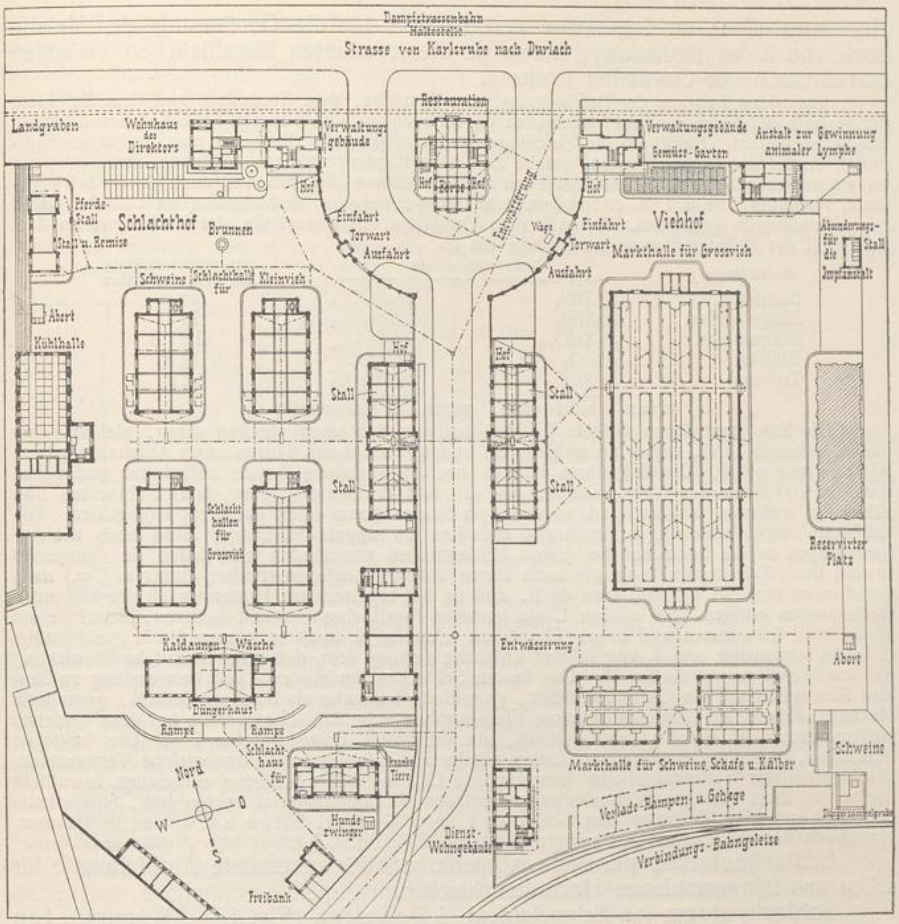


Fig. 2. Städtiſcher Schlacht- und Viehhof in Karlsruhe i. B. (Situationsplan).

beſonders gebauten Viehhöfen mit Markthallen und Stallungen abgehalten werden, wozu in fehr fördernder Weiſe noch direkte Eiſenbahnverbindungen kommen, welche die Zu- und Abfuhr des Viehs, ohne die Stadt zu berühren, ermöglichen.

An Gebäuden ſind zu erſtellen: 1. Schlachthallen (Fig. 1) und zwar getrennt a) für Großvieh: Ochſen und Rinder, b) für Kleinvieh: Kälber und Schafe, c) für Schweine. 2. In der Nähe die Stallungen für das Schlachtvieh. 3. Die Kaldaunenwäſche ſowie die Talgſchmelze. 4. Düngerhaus, welches alle Abfälle (bis zur Abfuhr durch beſondere Wagen) aufnimmt. 5. Ein Pferdeſtall mit Wagenremiſe ſowie ein Stall für die Hunde der Metzger. 6. Das Kühlhaus, in dem die Fleiſchvorräte durch künſtliche Kühlung der Luft in friſchem Zuſtande erhalten werden. Es enthält Keſſel und Dampfmaſchine, Kühlapparate und große Kühlhallen mit einzelnen Abteilungen (ſ. Bd. 5, S. 273 ff.). 7. Wohngebäude für den Verwalter, mit Dienſträumen. 8. Gaſthaus mit den nötigen Wirtſchaftsräumen u. ſ. w. (Fig. 2).

Bei der Ausführung ſämtlicher Gebäude ſollen als allgemeine Geſichtspunkte gelten: Größte Dauerhaftigkeit und Reinlichkeit ſowie höchſte Zweckmäßigkeit, zu welch letzterer die Anordnung kürzeſter Wege für die Arbeitsleiſtung weſentlich beiträgt, ſ. a. [1]—[9].

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 3. Halbbd., Darmſtadt 1884, S. 176 ff., bearbeitet von G. Oſthoff, wo auch Literaturverzeichnis. — [2] Baukunde des Arch., 2. Bd., Berlin 1864, S. 989 ff., bearbeitet von A. Orth, mit Literatur. — [3] Orth, A., Die neue Viehmarkt- und Schlachthausanlage in Berlin, Berlin 1872. — [4] Oſthoff, G., Schlachthöfe und Viehmärkte der Neuzeit, Leipzig 1881. — [5] Leipzig und ſeine Bauten, Leipzig 1892, S. 290 ff. — [6] Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1896. — [7] Klaſen, L., Grundrißvorbilder für Viehmärkte und Schlachthöfe, Leipzig 1884. — [8] Strieder, W., Der Schlacht- und Viehhof in Karlsruhe, Karlsruhe 1890. — [9] Buhle, M., Maſſentransport, Stuttgart 1908, S. 67 (Hängebahnen in Schlachthäuſern).

Weinbrenner.

Schlachtſchiff, ſ. Kriegsſchiffstypen.

Schlacken, die glas- oder emailartigen, ſteinigen oder erdigen, amorphen oder kriſtalliniſchen, oft auch Kriſtalle einſchließenden Abfallprodukte bei den

Hüttenprozeſſen; meiſtens zwar wertlos, aber für die Gewinnung der Metalle doch von hoher Bedeutung, indem ſie die reduzierten Metallteilchen einhüllen und dadurch vor Oxydation ſchützen.

Sie bilden ſich aus der Beſchickung: aus dem Erz, dem Brennſtoff und dem Zuſchlag, der je nach der Natur der Erze verſchieden iſt, oft auch aus von früheren Prozeſſen herrührenden Schlacken beſteht. Befördern die Zuſchläge die Schmelzbarkeit, ſo nennt man ſie Flüſſe, Flußmittel. Außer den Oxydſchlacken, welche z. B. beim Kupfergarmachen entſtehen, ſind Schlacken im weſentlichen Silikatſchlacken, enthalten alſo Kieſelſäure (die zum Teil auch durch Schwefelſäure, Phosphorſäure u. ſ. w. erſetzt ſein kann) in wechſelnden Verhältniſſen an baſiſche Erden oder Metalloxyde gebunden. Je nach dem Verhältnis des Sauerſtoffs der Kieſelſäure zu dem Sauerſtoff der Baſen teilt man die Silikate ein in

Bezeichnung:	Molekularformeln		Sauerſtoffverhältnis der Baſe : der Säure
Subſilikat	R_4SiO_2	$R_8Si_3O_{18}$	2 : 1
Singuloſilikat	R_2SiO_4	$R_4Si_3O_{12}$	1 : 1
Sesquiſilikat	$R_4Si_3O_{10}$	$R_8Si_9O_{30}$	1 : 1,5
Biſilikat	$RSiO_3$	$R_2Si_3O_9$	1 : 2
Triſilikat	$R_2Si_3O_8$	$R_4Si_9O_{24}$	1 : 3
	wenn R zweiwertig	wenn 2 R ſechswertig	

Die Sub- und Singuloſilikate (friſche, baſiſche Schlacken) fließen dünn, ziehen keine Fäden, erſtarren raſch, wobei ſie zerſpringen, und werden durch Säuren unter Abſcheidung von Kieſelgallerte gelöſt. Die Subſilikate können noch ſchmelzbare Oxyde aufnehmen und gehen dann in Oxydſchlacken über. Die Sesqui-, Bi- und Triſilikate (faigere, ſaure Schlacken) ſind zähflüſſig, erſtarren langſam und werden von Säuren kaum oder gar nicht angegriffen. Die Triſilikate zeigen muſcheligen Bruch und enthalten oft ungelöſten Quarz. Sind auch die Anforderungen an die Schlacken bei jedem Hüttenprozeß verſchieden und fallen ſie demgemäß ſowohl ihrer Zuſammenſetzung als auch ihrem äußeren Ausſehen (Farbe, Glanz u. ſ. w.) nach verſchieden aus, ſo verlangt man doch, daß ſie bei regelrechtem Hüttenprozeß die folgenden Bedingungen erfüllen. Sie müſſen 1. ein geringes ſpezifiſches Gewicht beſitzen, damit ſie auf dem Metall ſchwimmen und es vor Oxydation ſchützen; 2. in ihrer ganzen Maſſe gleichmäßig, 3. leicht ſchmelzbar und 4. von ſolcher Zuſammenſetzung ſein, daß eine chemiſche Einwirkung auf das Metall ausgeſchloſſen iſt. Die ſauern Schlacken finden zum Teil Verwendung zu Bau- und Pflaſterſteinen, als Chauſſeeſchotter, granulierte Schlacke als Sand zu Mörtel, granulierte Hochofenſchlacke zur Zementfabrikation, die phosphorreiche Schlacke, welche bei dem baſiſchen Beſſemerprozeß (ſ. Flußeiſen) entſteht, als wertvolles Düngemittel u. ſ. w. Die baſiſchen Schlacken, beſonders metallreiche, finden wieder als Zuſchlag im Hüttenbetriebe Verwendung. Wird geſpannter Waſſerdampf oder komprimierte Luft in flüſſige Schlacke eingeleitet, ſo entſteht die wegen ihres geringen Wärmeleitungsvermögens als Iſoliermaterial verwendete, feinverteilte Schlackenwolle. Näheres über Schlacken ſ. unter Kupfer, Eiſen u. ſ. w. und in Dammer, Handbuch der chemiſchen Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 2, S. 8. *(Rathgen) Moyo.*

Schlackenfarbe, pulverige Körperfarbe oder zubereitete Anſtrichmaſſe für Eiſen aus feingemahlenen Hochofenſchlacken.

Schlackenform (an Schmelzöfen), ſ. Roheiſen (Fig. 13—14) und Oefen für techniſche Zwecke (Fig. 36).

Schlackenſand (granulierte Hochofenſchlacke), ſ. Roheiſen, S. 462.

Schlackenſteine, Kunſtſteine aus Ofenſchlacke, werden hergeſtellt:

a) Aus Hochofenſchlacke. Man unterſcheidet α) die aus granulierter Hochofenſchlacke hergeſtellten Schlackenſteine oder -ziegel, für Bauzwecke beſtimmt, ſ. Roheiſen, S. 462, β) die direkt aus flüſſiger Schlacke in Formen gegoſſenen Schlackenſteine, die als Pflaſterſteine Verwendung finden. Sie werden nur in England hergeſtellt, da nur dort bei der Herſtellung von Clevelandroheiſen Nr. 3 eine Schlacke von ſolcher Zuſammenſetzung fällt, wie ſie für brauchbare Pflaſterſteine notwendig iſt [1]. Die Steine müſſen nach dem Gießen in eine Kammer gebracht werden, in der ſie langſam abkühlen.

b) Aus Schlacken der Rohſteine von Kupferſchieferhochöfen. Sie werden in Deutſchland von der Mansfelder Gewerkſchaft hergeſtellt. Die Schlacke wird in mit Sand- oder Koksſtübbe gefüllte Gruben, in die Formbleche eingeſtellt ſind, abgeſtochen, mit einer Schicht Sand- oder Koksſtübbe bedeckt und während 48 Stunden behufs langſamer Abkühlung in der Grube gelaſſen. Ihr Format iſt 16—17 cm Höhe, 16 cm Breite und gleiche Länge [2].

c) Aus Steinkohlenſchlacken der Dampfkeſſel- und Generatorenbetriebe, ferner aus Kokslöſche unter Verwendung von gebranntem Kalk oder Zement.

Literatur: [1] Engineering News 1908, S. 388 ff. — [2] Feſtſchrift der Mansfelder Gewerkſchaft zum X. deutſchen Bergmannstage 1907. *A. Widmaier.*

Schlackenwolle, ſ. Schlacken, Roheiſen, S. 462.

Schlägel, ein eiſerner, 12—14 cm langer und 4,5 cm im Quadrat ſtarker Hammer mit hölzernem Griff, der zum Treiben aller Meißelarten für harte Geſteine dient, während der hölzerne Schlägel, auch Klöpfel genannt, zum Treiben der Meißel bei Sandſteinen und weicheren Geſteinsarten Verwendung findet und aus einer Halbkugel von Weißbuchenholz mit hölzernem Stiel beſteht. *L. v. Willmann.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schlägel- und Eisenarbeit. Die Arbeit mit Schlägel und Eisen war neben dem Feuersetzen bis zur Einführung der Schießarbeit beim Bergbau im 17. Jahrhundert die wichtigste Gewinnungsarbeit für feste Gesteine, jetzt dient sie nur als Hilfsarbeit bei der Schießarbeit zum Zubrüsten und Abtreiben; außerdem findet sie da Anwendung, wo die bei der Schießarbeit unvermeidliche Zerklüftung und Erschütterung der Stöße vermieden werden soll, z. B. beim Grubenausbau zum Herrichten von Anfall und Bühnloch für das Einbauen von Hölzern, zum Hauen von Widerlagern für Mauerbögen u. dergl.

Das Schlägel, auch Fäustel genannt (Fig. 1), besteht aus Gußstahl, es soll, um das Prellen zu verhüten, nach einem Halbmesser von 50 cm gebogen sein. Das Auge ist rechteckig oder elliptisch, damit das etwa 25 cm lange Helm fest sitzt. Das Gewicht beträgt 1—1½ kg. Das Eisen oder Bergeisen (Fig. 2) bestand früher aus Eisen mit verstählter Spitze, es ist jetzt ganz aus Stahl gefertigt, etwa 15 cm lang und 2 cm stark. Die Spitze, auch Oertchen genannt, ist verhältnismäßig stumpf, doch schlanker in mildem gedrungener in festem Gestein; das andre Ende ist eben und heißt die Bahn Das Eisen ist mit einem Auge versehen, wird jedoch gewöhnlich lose auf einen Helm gesteckt, um das weitere Eindringen in Klüfte nicht zu hindern; man zieht in diesem Falle den Stiel heraus und benutzt das Eisen als Spitzkeil. Da sich die Spitze leicht abnutzt, wird eine Anzahl Eisen auf den Eisenriemen (Fig. 3) aufgereiht und mittels desselben auf der Schulter ein- und ausgeführt. Der Eisenriemen war früher wirklich ein lederner Riemen, seit langer Zeit fertigt man jedoch die abgebildete Vorrichtung aus Eisen. Bei Ausführung der Arbeit wird mittels des Fäustels auf das mit der linken Hand geführte Eisen geschlagen, in zerklüftetem Gestein wird das Eisen in die vorhandenen Klüfte eingetrieben, und es wirkt als Keil, in ganzem Gestein werden parallel verlaufende Furchen (auch Brunnen genannt) ausgearbeitet und darauf die zwischen denselben stehen gebliebenen Grate nachgenommen. Schlägel und Eisen gekreuzt sind das alte bergmännische Wahrzeichen. *Treptow.*

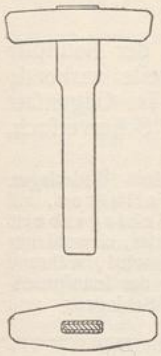


Fig. 1.

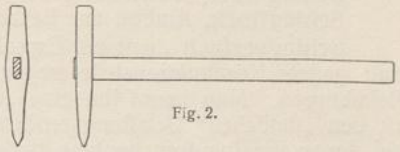


Fig. 2.

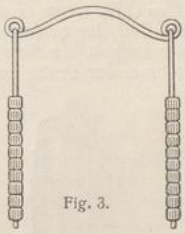


Fig. 3.

Schläger, s. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 597.

Schlämmen, s. Bodenphysik, Herdarbeit, Tonwaren.

Schlämpe, -prober u. s. w., s. Spiritusfabrikation.

Schlafdeich, Ausdruck für den hinter der neuen Eindeichung des Polders belegenen ehemaligen Hauptdeich (etwaiger Ersatz für den Fall eines Bruches des neuen Hauptdeichs); s. Flußdeiche. *Frühling*

Schlafficherer, s. Tuchfabrikation.

Schlafwagen, s. Eisenbahnwagen.

Schlafzimmer (Schlafstube) ist heizbar anzuordnen, jedoch nicht für Dauerbrand. Die Lage nach Osten und Süden ist vorzuziehen. Bei der Grundrißanordnung ist mindestens eine Wand ohne Türen anzuordnen, um eine günstige Aufstellung der Betten zu ermöglichen. Die Anlage eines Alkovens (s. Bd. 1, S. 150) mit Seitenkabinetten für Kleider, Waschtisch oder Nachtstuhl bietet viel Bequemlichkeit, wird jedoch in gesundheitlicher Hinsicht beanstandet. *Weinbrenner.*

Schlag, im Bauwesen, ein um den Rand eines Quaders in einer Breite von 3,5—4 cm mit dem Schlageisen (s. d.) geführter ebener und wagerecht oder lotrecht abgeglichener Streifen (s. Werksteinbearbeitung); beim österreichischen Bergbau s. v. w. Strecke (s. d.). *L. v. Willmann.*

Schlag, beim Segeln, die beim Kreuzen über einen Bug zurückgelegte Strecke; mit dem Riemen, die Bewegung desselben beim Durchziehen durch das Wasser; beim Tauwerk, das Umlegen eines Taues um einen Gegenstand ohne Befestigung, z. B. Hakenschlag, Marlschlag. *T. Schwarz.*

Schlagbäume, s. Drahtzugschranken, Wegeschranken.

Schlagbrett, s. v. w. Traufbrett; vgl. Pferdeställe und Scheunen.

Schlageisen (Schlag), ein 16—21 cm langer, etwa 2 cm im Quadrat starker, mit 3,5—4 cm breiter Schneide versehener Meißel (s. Werksteinbearbeitung). *L. v. Willmann.*

Schlagen (von Metallen), 1. s. Blankschlagen (Bd. 2, S. 39); 2. s. Blattmetalle (Bd. 2, S. 40); 3. s. Schmieden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schlagleiſte, ſ. Fenſterrahmen, Türen.

Schlagleiſtenmühle, Schlagſtiftmühle, ſ. Dismembrator, Mühlen.

Schlaglot (Hartlot), ſ. Löten, Bd. 6, S. 190.

Schlagmaſchine (Batteur), ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 597.

Schlagpütze, ein Eimer aus Segeltuch mit Tauende zum Schöpfen von Waſſer zum Deckwaſchen.

Schlagrohr, ſ. Geſchütze, Initialzündungen.

Schlagſeite eines Schiffes, die durch ungleiche Stauung verurſachte Neigung desſelben nach einer Seite querſchiffs.

Schlagſilber, ſ. Zinnlegierungen.

Schlagſtock, Amboß zur Bearbeitung von Blech.

Schlagverſuch dient zur Erprobung der Widerſtandsfähigkeit der Bauſtoffe und ganzer Konſtruktionsteile gegen plötzlich auftretende, ſtoßweiſe wirkende Belaſtungen. Man nennt ihn eine „dynamiſche“ Belaſtungsprobe im Gegenſatz zu den „ſtatiſchen“ Belaſtungsproben, dem Zug-, Druck-, Biege-, Scherverſuch, bei denen die Inanſpruchnahme ſtetig geſteigert wird.

Zur Ausführung des Schlagverſuches wird das Verſuchsſtück mit dem Widerlager, Schabotte genannt, verbunden; dann läßt man ein Gewichtsſtück, den Fallbären, auf dasſelbe herabfallen. Die Inanſpruchnahme des Verſuchsſtückes wird der Schlagarbeit: $A = GH$, wenn G das Bärgewicht und H die Fallhöhe bedeuten, gleich erachtet, obwohl nur ein Teil der Schlagarbeit zur Formänderung des Verſuchsſtückes aufgewendet wird, während der Reſt in die Schabotte übergeht oder in Wärme umgeſetzt wird. — Je nach der Inanſpruchnahme der Probe auf Druck, Zug und Biegung unterſcheidet man Stauch-, Schlagzug- und Schlagbiegeverſuche. Die Vorrichtungen für die Verſuchsausführung unterſcheidet man in balliſtiſche Schlagwerke, Fallwerke und Pendelhämmer.

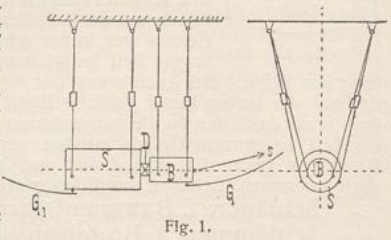


Fig. 1.

Bei den **balliſtiſchen Schlagwerken** [1] iſt ſowohl die Schabotte S (Fig. 1) als auch der Bär B an vier Drähten bifilar ſo aufgehängt, daß die Achſen beider in einer Geraden liegen und ſeitliche Bewegungen ausgeſchloſſen ſind. Die Probe D wird an der Schabotte befeſtigt; der Bär wird durch einen Schnurzug s bis zu der gewünſchten Höhe, die an dem unter ihm angebrachten Gradbogen G abgeleſen werden kann, angehoben und dann durch Löſen oder beſſer durch Abbrennen der Schnur zum Fallen gebracht. Der in die Schabotte übergehende Arbeitsverluſt läßt ſich aus dem Gewicht und dem Ausſchlage der Schabotte S berechnen, der am Gradbogen G_1 abzuleſen iſt (vgl. a. Balliſtiſches Pendel).

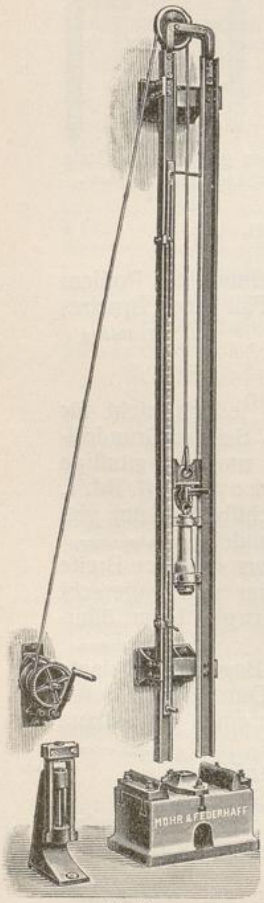


Fig. 2.

Bei den **Fallwerken** iſt der Bär in der Regel an zwei ſenkrecht ſtehenden Schienen geführt und die Schabotte auf einen Mauerklotz geſtellt. Fig. 2 zeigt das Fallwerk, Bauart Martens, ausgeführt von Mohr & Federhaff, Mannheim, mit angehobenem Bären für Stauchverſuche und zugehörigem Amboß inmitten der Schabotte. Die an die Enden der letzteren aufgeſchraubten Schienen dienen nach dem Entfernen des Amboſſes als Widerlager beim Schlagbiegeverſuch, und die links neben der Schabotte ſtehende Vorrichtung zu Schlagzugverſuchen. Sie iſt an die Stelle des Amboſſes zu bringen, ſo daß der Bär auf die obere Fläche des an dem Probeſtabe hängenden Bügels auffchlägt. Zum Schlagbiegeverſuch werden Bären verwendet, deren Auftreffende nach Art einer Hammerfinne abgerundet iſt. — Um den Arbeitsverluſt bei den Fallwerken möglichſt gering zu geſtalten, muß die Reibung an den Führungen möglichſt klein und der Bewegungswiderſtand der Schabotte, alſo ihr Gewicht und das des tragenden Mauerklotzes, möglichſt groß ſein. Der Deutſche Verband für die Materialprüfung der Technik [2] und der Verein deutſcher Eiſenbahnverwaltungen [3] haben beſondere Grundſätze für die Konſtruktion von Fallwerken aufgeſtellt. Nach ihnen ſollen unter anderm 1. der Schwerpunkt des Bären möglichſt tief und in der Mitte zwiſchen den Führungen liegen; 2. die Länge der Führungen mindeſtens gleich dem doppelten Abſtande zwiſchen den Schienen ſein; 3. der Bär beim Auslöſen nicht ſeitlich abgelenkt werden, wozu ſich die Aufhängung nach Fig. 3 beſonders eignet; 4. das Gewicht der Schabotte mindeſtens

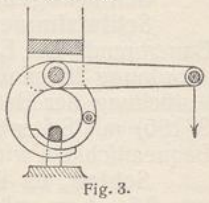


Fig. 3.

gleich dem zehnfachen Gewicht des Bären fein und 5. der Reibungswiderftand an den Führungen nicht mehr als 2% der Schlagarbeit betragen. Bei Berechnung der Schlagarbeit ift die Reibung R vom abfoluten Bärgewicht abzuziehen, d. h. das wirkfame Bärgewicht zugrunde zu legen. Man beftimmt es entweder mit Hilfe einer Federwage, die zwifchen Abzugshaken und Bär eingefchaltet wird, oder durch Stauchverfuche mit fogenannten Normalkupferkörpern, deren Höhenverminderungen für Schläge von beftimmter Schlagarbeit auf einem zuvor mittels Federwage geprüften Fallwerk feftgeftellt find [4]. Bei Verwendung der Federwage werden deren Anzeige K beim langfamen Anheben und K_1 beim langfamen Herablaffen beobachtet. Hierbei ift $K = G + R$ und $K_1 = G - R$, demnach $R = \frac{1}{2}(K - K_1)$.

Pendelhämmer dienen vornehmlich zur Ausführung von Schlagbiegeverfuchen, bei denen die Probe mit einem Schlage zum Bruch gebracht und die hierzu erforderliche Arbeit ermittelt werden foll. Der Bär bewegt fich, möglichft reibungsfrei aufgehängt, auf einer Kreisbahn und trägt vorn an der Schlagfeite eine Schneide. Die Schneidenkante foll in der Ruhelage des Pendels fenkrecht unter deffen Drehachfe liegen. Der Schwerpunkt der fchwingenden Maffen foll um weniges über dem Auftreffpunkt liegen. Die Probe ruht entweder auf zwei Stützen und erhält den Schlag in der Mitte, oder fie wird fenkrecht ftehend am unteren Ende feft eingefpannt und in beftimmter Entfernung über der Einfpannung von dem Bären getroffen. Die Schneide am Bären liegt im erften Falle fenkrecht, im letzteren wagerecht. Ift l der Abftand des Schwerpunktes von der Drehachfe, G das Gewicht der fchwingenden Maffen und α der Winkel, um den das Pendel zum Schlage angehoben wird, fo ift die geleiftete Schlagarbeit ohne Rückficht auf den Reibungs- und Luftwiderftand $A = G \cdot l\,(1 - \cos\alpha)$. Die beim Verfuch angewendete Schlagarbeit A, die potentielle Energie, muß größer fein, als zur Erzielung des Bruches erforderlich ift; der Arbeitsüberfchuß A_1 wird dann aus dem Winkel α_1 ermittelt, um den das Pendel nach dem Bruch der Probe über die Nullage hinausfchwingt. $A - A_1 = G\,l\,(\cos\alpha_1 - \cos\alpha)$ ift dann die zum Bruch aufgewendete Arbeit.

Als Gütemaß für das Material dienen beim Schlagverfuch die Beziehungen zwifchen Formänderung und gegebener Schlagarbeit und die bis zum Bruch erforderliche Schlagarbeit.

Beim **Stauchverfuch** werden würfelförmige oder zylindrifche Proben verwendet. Als Formänderung wird die Höhenverminderung, ausgedrückt in Prozenten der urfprünglichen Höhe der Probe, ermittelt. Die Schlagarbeit wird, um von der Größe der Probe unabhängig zu fein, auf deren Raumeinheit bezogen, und man nennt $a = A : J =$ Gefamtarbeit : Rauminhalt, die fpezififche Schlagarbeit. Die Länge l der zylindrifchen Proben wird entweder gleich dem Durchmeffer d oder gleich $0{,}886\,d = \sqrt{f}$ gewählt. Die Proben mit $l = 0{,}886\,d$ liefern für gleiche fpezififche Schlagarbeiten die gleichen Höhenverminderungen wie Würfel. Eingehende Verfuche über den Einfluß der Länge hat Martens angeftellt [5], [6]. Nach dem Vorfchlage von Kick [1] foll als Gütemaß der Bruchfaktor, d. h. diejenige fpezififche Schlagarbeit beftimmt werden, welche die Probe durch einen einzigen Schlag gerade zum Bruch bringt. Bei Proben aus bildfamen Materialien, die fich ohne Bruch zu dünnen Platten zufammenftauchen laffen, nimmt man nach dem Vorfchlage von Martens [5] an Stelle des Bruchfaktors diejenige fpezififche Schlagarbeit, die aufgewendet werden muß, um die Probe mit einem Schlage um 80% der Höhe zufammenzuftauchen, das ift die fpezififche Schlagarbeit für $\varepsilon = \frac{\lambda}{l} = 0{,}80$. — Bezeichnet M die beim Stauchverfuch erzeugte Druckfpannung im mittleren Querfchnitt der Probe, fo ift nach Rafch und Stamer [7] $M = \frac{A}{J}\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right) = \text{const.}$; für $\varepsilon = 0{,}50$ ift $M = \frac{A}{J} = \Sigma a$ aller Schläge, die fpezififche Schlagfeftigkeit genannt. Abweichungen von $M = \text{const.}$ find bedingt durch die mechanifche Härtung des Materiales beim Stauchen, durch Reibungswiderftände in den Auflagerflächen — rauhe Flächen liefern geringere Stauchungen als ebene — und durch Ungenauigkeiten in der Bearbeitung der letzteren.

Schlagzugverfuche find wenig im Gebrauch. Die Stabform geftattet es nicht, die Schlagarbeit auf die Raumeinheit der Probe zu beziehen, weil nicht zu erkennen ift, welcher Anteil der Schlagarbeit von den außerhalb der Meßlänge gelegenen Stabteilen aufgenommen wird. Ferner ift befonders bei den Schlagzugverfuchen die durch Formänderung der Einfpannteile aufgezehrte Arbeit groß. Man hat daher, um den Vergleich bei Materialproben zu ermöglichen, ftets die gleiche Stabform und diefelbe Einfpannvorrichtung fowie die gleichen Schlagarbeiten anzuwenden [6] und beftimmt dann die Beziehungen zwifchen Dehnung und Gefamtfchlagarbeit.

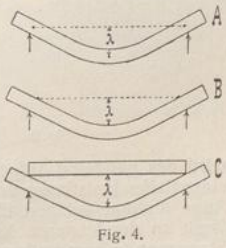


Fig. 4.

Schlagbiegeverfuche werden in der Regel derart ausgeführt, daß der Probeftab auf zwei Stützen gelegt und der Schlag in der Mitte zwifchen den Stützen ausgeübt wird (Fig. 4). Gemeffen wird die Durchbiegung λ, und zwar entweder (Fig. 4, *A*) zwifchen drei Körnermarken, die in der neutralen Faferfchicht fo eingefchlagen find, daß die beiden äußeren die Stützlänge begrenzen und die dritte in der Mitte dazwifchen liegt, oder man verlegt die drei vorgenannten Marken an die obere Seite des Stabes (Fig. 4, *B*) und beftimmt dann die Durchbiegung zwifchen den beiden äußerften Marken, oder man legt (Fig. 4, *C*) ein Richtfcheit von der Länge der Stützweite auf die obere Seite der Probe und mißt fo die Durchbiegung ftets für die gleiche Länge. Die Figuren laffen ohne weiteres erkennen, daß die drei Meßverfahren zu verfchiedenen Ergebniffen führen und daß man daher zur Erzielung vergleichbarer Werte ftets dasfelbe Verfahren anzuwenden hat. Um örtliche Verletzungen der Staboberfläche an der Treffftelle des Bären zu vermeiden, bedeckt man den Stab hier mit einer fchmiedeeifernen Kappe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Fig. 5), die noch mit einer eingehobelten Nute verfehen wird, wenn die Marken zur Meffung auf der Oberfeite der Probe angebracht find (Fig. 4, *B* und *C*).

Die ausgedehnteffe Anwendung findet der Schlagbiegeverfuch bei Abnahme von Eifenbahnmaterialien. Der Verein deutfcher Eifenbahnverwaltungen fchreibt hierbei vor [3]: 1. Für Schienen: ganze Länge 1,30 m, Stützweite 1,0 m, Schlagarbeit pro Schlag 1500 m/kg; nach jedem Schlage Meffung der Durchbiegung an der oberen Fläche bezogen auf die urfprüngliche Länge von 1,0 m (Stützweite); Meffung der Verkürzung und Dehnung bei *a* und *b* (Fig. 6) nach jedem Schlage an vorher angebrachten Zentimeterteilungen auf 20, 40, 60, 80 und 100 mm Länge fymmetrifch zur Mitte (Meßlängen *a* u. f. w., Fig. 7). — 2. Für Achfen: Stützweite 1,0 m, Schlagarbeit pro Schlag 3000 m/kg; Meffung der Längenänderungen auf Zug- und Druckfeite wie bei den Schienen, jedoch erft von 50 mm Einbiegung ab — 3. Für Radreifen: Schlagarbeit 3000 m/kg, Ermittlung der Veränderungen des fenkrechten und wagerechten lichten Durchmeffers fowie der Längenänderungen des Materials zu beiden Seiten der Endpunkte diefer Durchmeffer, innen und außen, zu meffen bei *a* und *b*, Fig. 8, nach jedem Schlage. Die Längenänderungen find ffets mit einem biegfamen, in Millimetern geteilten Stahlbande auszuführen, von dem aus auch die Zentimeterteilung vorher auf das Verfuchsffück zu übertragen ift.

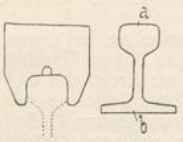


Fig. 5. Fig. 6.

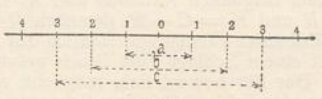


Fig. 7.

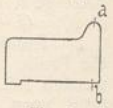


Fig. 8.

Eine befondere Art Schlagverfuche find die **Kerbfchlag(biege)proben**; bei ihnen wird das Verfuchsffück an der Biegeffelle meift auf der einen Seite (beim Biegen auf Zug beanfprucht) mit einem Kerb verfehen und dann entweder mit den Enden auf zwei Stützen liegend, dem Kerb gegenüber oder, bis zum Kerb einfeitig eingefpannt, in einer beffimmten Entfernung vom Kerb gefchlagen. Zur Ausführung dienen am beften Pendelhämmer, weil fie am einfachften die zum Bruch der Probe gerade erforderliche Schlagarbeit zu ermitteln geffatten (f. oben). Fremont und Le Blant haben gezeigt, wie dies auch mit „Fallwerken" zu erreichen ift [8]. Fremont läßt den Schlagffempel, der bei feinem doppelt wirkend ausgeführten Fallwerk unten an dem Fallgewicht angebracht ift, nach dem Bruch der an beiden Enden unterffützten Probe auf eine im Amboß ffeckende Spiralfeder auffchlagen. Ihre Zufammendrückung entfpricht fomit der Größe des zu beffimmenden Arbeitsüberfchuffes. Sie wird durch die Verdrehung einer Scheibe gegen einen feffffehenden Zeiger kenntlich gemacht. Die Scheibe bewegt fich zwifchen zwei Korkbremfen, fo daß ihre lebendige Kraft aufgehoben ift. Die Beziehungen zwifchen den Verdrehungen der Scheibe und den ihnen entfprechenden Fallhöhen des Bären oder Schlagarbeiten werden durch befondere Verfuche ermittelt, indem man den Bären, ohne daß eine Probe in dem Fallwerk fich befindet, aus beffimmten Höhen (bis zu 4 m) herabfallen läßt und die hierbei erzielten Verdrehungen der Scheibe beobachtet. — Le Blant fpannt die mehrfach eingekerbte Probe wagerecht einfeitig in einen Klotz ein, der auf der Grundplatte fo einffellbar ift, daß die zugefchärfte Finne des fallenden Bären die Probe in beffimmter Entfernung vom Kerb trifft. Nach dem Bruch der Probe fchlägt der Bär mit Einfätzen auf die Deckplatte der Feder auf, wird von der Feder zurückgeworfen und dann von den Sperrklinken an den gezahnten Führungsfchienen in der erreichten Höchffffellung feffgehalten. Aus diefer Höchffffellung und der bekannten Arbeitsleiffung der Feder kann der Arbeitsreff, der nach dem Bruch der Probe verfügbar blieb, ermittelt werden. — Konffruktionen von Pendelhämmern für Kerbfchlagproben find angegeben von Ruffel [9], [10], Rudeloff [11], Charpy [12]. Bei den Hämmern von Ruffel und Charpy wird das von der möglichff leicht ausgeführten Pendelffange getragene Gewicht mit einem Haken an einen kleinen Wagen angehängt, der längs einer nach dem Kreisbogen gekrümmten Schiene mittels Seils zu der gewünfchten Höhe angehoben wird. Beim Löfen des Hakens fchlägt das Gewicht mit feiner fenkrecht ffehenden Schneide gegen die Mitte der an beiden Enden unterffützten Probe. Bei dem Hammer von Rudeloff — ausgeführt von Max Haffe-Berlin — wird das pendelnd aufgehängte Gewicht durch einen Haken nach Fig. 3 mit dem unteren Ende einer ffeifen Holzffange verbunden, die am oberen Ende konaxial mit dem Gewichtspendel in einem Auge drehbar gelagert ift, das die in Kugellagern ruhende Pendelwelle mit Spiel umgreift und fomit an der letzteren keine Reibungswiderffände erzeugt. Das Hubfeil greift an das untere Stangenende unmittelbar an. Hierdurch ift die umffändliche Anordnung des Wagens mit Laufffchiene vermieden. Die gleiche Einrichtung in andrer Form und unabhängig von derjenigen an dem Rudeloffffchen Hammer entffanden, findet fich an dem Pendelhammer von Mohr & Federhaff in Mannheim (Fig. 9). Den Durchfchlag des Pendels zur Beffimmung des Arbeitsüberfchuffes nach dem Bruch der Probe (f. oben) ermittelt Ruffel — und nach dem-

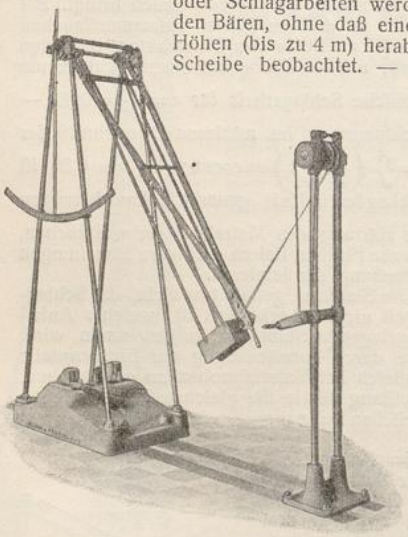


Fig. 9.

felben Syftem find auch die Pendelhämmer der Karlsruher Waffen- und Munitionsfabrik gebaut —, indem er die kreisbogenförmige Führungsfchiene mit einer kurzen Unterbrechung auf der andern Seite des Widerlagers für die Probe fortführt und auf ihr von dem durchfchlagenden Pendel einen Schieber verftellen läßt. Rudeloff klemmt auf die Achfe des Pendels einen leichten Zeiger mit geringer Reibung auf, hinter dem eine Kreisbogenteilung angebracht ift. Ift das Pendel in der Ruhelage, die Probe gerade berührend, fo wird der Zeiger fo gedreht, daß er an einem im Nullpunkt der Kreisteilung angebrachten Anfchlag anliegt. Beim Anheben des Pendels zeigt er die Hubhöhe an. Schwingt aber das Pendel über die Ruhelage hinaus durch, fo verftellt fich der Zeiger um den Durchfchlagswinkel und die Größe des letzteren ift an der neuen Zeigerftellung abzulefen, fobald das Pendel wieder zur Ruhe gekommen ift. Charpy ließ den Durchfchlag des Pendels bei feinem älteren Hammer durch einen mit dem Gewicht verbundenen Pinfel aufzeichnen. Sein neuer Hammer [12] ift mit der Rudeloffichen Zeigervorrichtung verfehen, die auch bei den Hämmern von Mohr & Federhaff (Fig. 9) und von W. & T. Avery Ltd., Birmingham [13], zur Anwendung gekommen ift. Der Charpyfche Hammer ift nur für an beiden Enden unterftützte Proben eingerichtet, der Hammer von Avery nur für einfeitig eingefpannte Proben, während mit dem Hammer von Rudeloff Verfuche nach beiden Verfahren ausgeführt werden können.

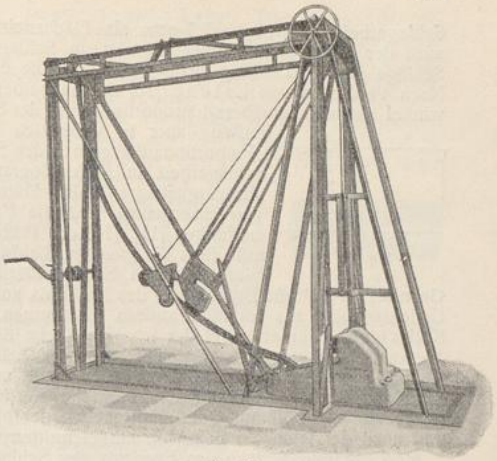


Fig. 10.



Fig. 11.

Der deutfche Ausfchuß für die Materialprüfungen der Technik hat drei Hämmer in Größen mit 250, 75 und 10 mkg Höchftleiftung zur Einführung empfohlen [14]. Die Bauweife diefer Hämmer entfpricht im wefentlichen derjenigen von Charpy, nur gefchieht die Anzeige der Pendelausfchläge nicht mit einem Zeiger, fondern mittels Schiebers. Er wird durch eine Schnur betätigt, die über eine mit der Pendelachfe verbundene Scheibe läuft. Als Konftruktionsgrundfatz ift angegeben, daß das Stoßzentrum bei dem größten Pendelhammer etwa 50 mm, bei dem mittleren etwa 25 mm über dem Probefchwerpunkt liegt, während bei dem kleinen Hammer beide Punkte ungefähr zufammenfallen. Alle drei Hämmer find nur für Verfuche mit an beiden Enden aufliegenden Proben eingerichtet, und zwar beträgt die Stützweite bei dem kleinen 70 mm, bei den andern 120 mm. Fig. 10 und 11 zeigen den mittleren und kleinen Hammer nach den Ausführungen von Mohr & Federhaff in Mannheim.

Eine eigenartige Vorrichtung hat Guillery angegeben [15] (Fig. 12 und 13); mit ihr wird der Schlag durch ein Schwungrad ausgeübt und der Gefchwindigkeitsverluft beftimmt, den das Schwungrad hierbei erleidet. Das Rad *B*, angetrieben mit der Kurbel *E*, trägt als Schlagkörper auf dem Umfange eine eingefetzte Nafe *A* aus Stahl. Seine Arbeitsleiftung entfpricht bei 293 minutlichen Umdrehungen 60 mkg. Der Gefchwindigkeitsmeffer befteht aus einer kleinen Zentrifugalpumpe *D*, verbunden mit einer Queckfilberfäule, die feitlich an das Mafchinengeftell *C* angefchraubt ift. Die Probe ruht mit beiden Enden auf einem Support, der zur Ausübung des Schlages mittels der an *G* auslösbaren Feder *H* vorfchnellt, fo daß die Nafe *A* des Schwungrades *B* auf Mitte Probe auffchlägt.

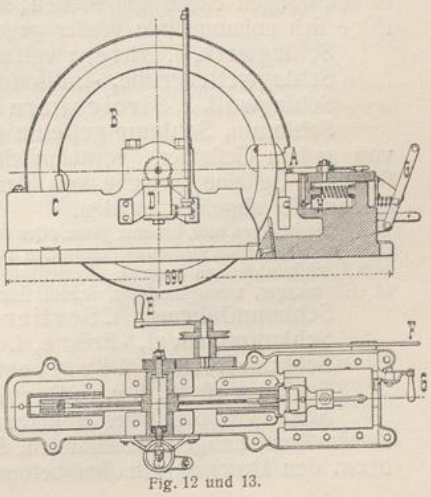


Fig. 12 und 13.

Die Beurteilung der Materialeigenfchaften — der Brüchigkeit — erfolgt meift nach der bei einem Schlage zum Bruch der Probe aufgewendeten Schlagarbeit. Nach dem Vorfchlage des Deutfchen Verbandes foll der gewonnene Wert als fpezififche

Schlagarbeit, bezogen auf 1 qcm als Flächeneinheit, angefehen werden. Bei zähem Material wird der Bruch nicht immer mit einem Schlage erreicht; dann empfiehlt es fich, mehrere Schläge gleicher Leiftung anzuwenden und die dabei erzielten Biegewinkel feftzuftellen [11]. — Nach Verfuchen von Lafche [16] mit an beiden Enden unterftützten Proben wächft der Biegewinkel zunächft annähernd proportional mit der Schlagzahl, nach einer gewiffen Gefamtarbeitsleiftung aber in wefentlich ftärkerem Maße. Die Grenze nennt Lafche „Proportionalitätsgrenze der Schlagarbeit“ und nach der hierbei erreichten Schlagarbeit in Meterkilogramm und dem Biegewinkel beurteilt er den „Brüchigkeitsgrad“ des Materials. — Von wefentlichem Einfluß auf das Verfuchsergebnis find die Form der Kerbe ([11], [14], [16]) und die Abmeffungen [11], [16] der Probe, fo daß zur Erzielung vergleichbarer Ergebniffe ftets die gleichen Stabformen angewendet werden müffen. Die kleinften Werte für den Schlagwiderftand liefert die dreieckige Kerbe mit fcharfem Grunde; fie läßt die Brüchigkeit des Materials am fchärfften erkennen und verdient von diefem Gefichtspunkte aus vor allen andern Kerbformen den Vorzug. Von Einfluß bleibt hierbei der Kerbwinkel. Ferner haftet der fcharfen Kerbe der Nachteil an, daß fie wegen Abnutzung der Werkzeuge fchwer ftets gleich fcharf herzuftellen ift. Um dem entgegenzuwirken, hobelt Le Blant die Kerbe vor und drückt fie dann mit einer fcharfen Lehre um 0,5 mm nach. Vom Deutfchen Verbande ift die Charpyfche Kerbform empfohlen, zu deren Herftellung in die Probe von 30×30 mm Querfchnitt neben der Mitte ein Loch von 4 mm Durchmeffer gebohrt und nach der fchmalen Seite hin aufgefchnitten wird (Fig. 14).

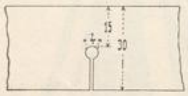


Fig. 14.

Umftände, welche das Ergebnis des Schlagverfuches beeinfluffen, find:

1. Die Form des Verfuchsftückes. Sie äußert fich beim Stauchverfuch in gleicher Weife wie beim Druckverfuch (f. d.), beim Biegeverfuch kommt nicht nur die Stabform innerhalb der Stützweite in Frage, fondern auch die die Stützen überragende Länge in Betracht. Je größer letztere ift, defto mehr bleiben die Enden wegen der Trägheit der Maffen anfänglich gegen die theoretifche Biegungslinie zurück und fchnellen dann über diefe hinaus.

2. Die Gefchwindigkeit, mit welcher der Bär das Verfuchsftück trifft. Sie wirkt derart, daß bei gleicher Arbeitsleiftung — $A = GH$ — Schläge mit größeren Bärgewichten, alfo mit geringerer Treffgefchwindigkeit, im allgemeinen größere Formänderungen ergeben.

3. Die Arbeitsleiftung des einzelnen Schlages infofern als bei gleicher Gefamtfchlagarbeit wenige wuchtige Schläge größere Formänderungen liefern als eine entfprechend größere Anzahl leichter Schläge.

4. Der Zuftand der Endflächen bei Stauchproben, indem Proben mit glatten, gefchmierten Flächen bei gleicher Schlagarbeit größere Formänderungen ergeben als folche mit rauhen Flächen.

Literatur: [1] Kick, Das Gefetz der proportionalen Widerftände, Leipzig 1885. — [2] Grundfätze für einheitliche Materialprüfungen, aufgeftellt vom Deutfchen Verbande für die Materialprüfungen der Technik, 1900. — [3] Vorfchriften des Vereins deutfcher Eifenbahnverwaltungen für die Vornahme von Schlagproben, Berlin 1888. — [4] Mitt. a. d. Kgl. Techn. Verfuchsanftalten zu Berlin 1888, S. 34. — [5] Ebend. 1891, S. 1. — [6] Martens, Materialienkunde für den Mafchinenbau, 1898. — [7] Dingl. Polyt. Journ. 1908, S. 259. — [8] Rudeloff, Das Materialprüfungswefen auf der Parifer Weltausftellung, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, 1901, S. 37. — [9] Impact tests of structural steel, Proc. Am. Soc. Civil Eng. 1899, S. 354. — [10] Engin. News 1899, Bd. 42, S. 323. — [11] Rudeloff, Prüfung von Eifen und Stahl an eingekerbten Stücken, „Stahl und Eifen“ 1902, Nr. 7. — [12] Mouton-Pendule (Syftem Charpy) pour l'essai des métaux à la flexion par chocs sur barreaux entaillés, Paris. — [13] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1907, S. 38. — [14] Desgl. 1907, S. 1974. — [15] Engineering 1906, Bd. 1, S. 49. — [16] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 1358. *Rudeloff.*

Schlagwafferplatten im Schiffbau, dünne, vertikal ftehende, zwifchen den Bodenwrangen eingefügte Platten, welche beim Rollen des Schiffes das in der Bilge fich anfammelnde Waffer gegen Ueberfchießen verhindern follen.

Schlagwerk, f. Uhren; vgl. a. Schlagverfuch.

Schlagwettergrube, -indikator, f. Wetter, Geleucht.

Schlagwolf, f. Streichgarnfpinnerei.

Schlamm, Schlammgefteine (Schlick, Schluff), aus feinem Zerreibfel von andern Gefteinen, vornehmlich aus feinem Sand, Ton und Eifenerz beftehende Gefteine, welche von den Flüffen bei fehr geringer Stoßkraft vom Hochwaffer abgefetzt werden.

Sie befitzen rote, braune, graue oder gelbe Farbe, find gefchichtet, reich an Humusfubftanzen, Holz- und Tierreften und erreichen in den Talfohlen mehrere Meter Mächtigkeit; tonreiche werden zum Backfteinbrennen benutzt. Verfeftigte Schlammgefteine find Schiefertone, Lehme. Schlick ift fehr toniger, wenig fandiger, Schluff fehr fandiger, wenig toniger Hochwafferabfatz. *Leppla.*

Schlammführung, f. Sortieren der Trübe.

Schlammfprudel, -ftröme, f. Salfe.

Schlammverfatz, f. Spülverfatz.

Schlangenftein, f. v. w. Serpentin (f. d.).

Schlauch, biegfames Rohr zur Leitung von Ammoniak, Bier, Effig, Gas, Kohlenfäure, Laugen, Mineralölen, Preßluft, Waffer u. f. w., aus je dem Zwecke bezw. den Druckverhältniffen befonders angepaßtem Material hergeftellt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Im Handel sind hauptsächlich verbreitet: Hanf-, Gummi-, Leder-, Panzer- und Metallschläuche (biegsame Metallröhren). Die drei erstgenannten Schlauchsorten und ihre Verbindungen wurden in Bd. 3, S. 777, unter Feuerspritzenschläuche beschrieben; sie dienen als Druckschläuche für Flüssigkeiten mit mäßigem inneren Ueberdruck (bis zu ca. 10 Atmosphären). Werden die Schläuche als Saugleitungen benutzt (Saugschläuche), so müssen die Wandungen zum Schutz gegen Einknicken innen versteift werden; die Versteifung darf die Biegsamkeit nicht beeinträchtigen und wird meist durch innere Wicklung mit Drahtspiralen (Fig. 1 und 2), durch Einlegen von Metallringen u. s. w. vollzogen. Die Panzerung der Schläuche dient als Verstärkung gegen höheren inneren Druck bis zu 600 Atmosphären, auch zum Schutz gegen Abnutzung. Die Hauptformen der Panzerung sind in den Fig. 3, 4 und 5 dargestellt; neuerdings kommt auch das System von G. Diemar & Co. in Cassel (Fig. 6) zur Anwendung, bei dem an Stelle der Ringspirale eine einfache Ringpanzerung tritt. Metallschläuche (biegsame Metallröhren) werden [1], [2] — je nach der durchzuleitenden Materie — aus verzinktem oder vernickeltem Stahl, Bronze, Glanzkupfer, Aluminium u. s. w. hergestellt, durch Einwalzen schraubenförmig gewundener Wulste (D.R.P. Nr. 83341), durch Aufrollen profilierter Metallbänder mit eingelassenen Dichtungsfäden (D.R.P. Nr. 139164) u. dergl. Allgemeines, Abbildungen verschiedener Schläuche und Verbindungsstücke s. in [2] und in den Prospekten der Spezialfabriken.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

Literatur: [1] Biegsame Metallröhren, Zeitschr. d. Ver deutsch. Ing. 1889, S. 925; Iron Age, Juni 1900, S. 12; Journ. f. Gasbel. u. Wasserversf. 1902, S. 194. — [2] Lueger, O., Die Wasserversorgung der Städte, 2. Abt., Leipzig 1908, S. 144 ff., Schläuche und Verbindungsstücke, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 474. *Lueger.*

Schlauchapparat, s. Atmungsapparate.

Schlauchcopsspinnmaschine, s. Streichgarnspinnerei.

Schlauchhähne, s. Gasbeleuchtung, Bd. 4, S. 273.

Schlauchkupplungen, -wagen, s. Feuerschutz.

Schlauchstuhl, ein Rundwirkstuhl von kleinem Durchmesser (Strumpfweite).

Schlauder (s. a. Anker, Bd. 1, S. 211 unten).

1. Lange Eisenstange von rundem oder vierkantigem Querschnitt, die den Zweck hat, zwei gegenüberstehende Mauern miteinander zu verbinden. An den Enden der durch das Mauerwerk reichenden Stange sind Schließen mit Keilen oder Schrauben angebracht. Bei der Eigenschaft des Eisens, bei Temperaturunterschied sein Volumen zu ändern, ist dieser Veränderung durch Anziehen oder Nachlassen der Keile oder Schrauben zu begegnen. Vorteilhaft ist eine Doppelmuffe in der Mitte (Fig. 1). 2. Bei Balkenlagen (s. Bd. 1, S. 529 ff.) sind kurze Schlaudern von 0,60—0,90 m Länge an den Enden der Haupt- oder Vollbalken zu befestigen (Kopfanker) (Fig. 2) und deren Enden mittels einfachem Schlüssel oder Schließe mit dem Mauerwerk zu verbinden. Diese Verbindung wird um so wirksamer sein, je mehr Steine der Schlüssel erfaßt. In manchen Fällen genügt die Ummauerung des Schlüssels, besser aber ist ein Durchführen der Schlauder durch die ganze Mauer, wo dann ein verzierter Schlüssel zur Anwendung kommen kann (Fig. 3 und 4). *Weinbrenner.*

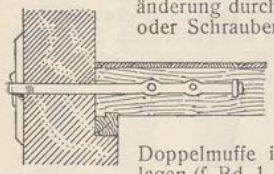


Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 3.



Fig. 4.

Schleifbürsten, -ringe, s. Dynamomaschine.

Schleifen, Verfahren zur Bearbeitung von Arbeitsstücken durch Abtrennen sehr feiner Späne mit Hilfe der Schleifmittel. Wendet man feinste Schleifmittel zur Erzielung glänzender Flächen an, so geht das Schleifen in das Polieren (s. d.) über. Das Schleifen findet für die Bearbeitung aller Metalle und Legierungen, von Email, Granit, Gummi, Glas, Holz, Horn, Marmor, Porzellan, Leder, Perlmutter, Steingut, Pappe u. s. w. Anwendung. S. a. Sandstrahlgebläse, S. 570.

A. Schleifen von Metallen.

Schleifmittel. Man unterscheidet natürliche und künstliche Schleifmittel, die in pulver- oder sandartiger Beschaffenheit gewöhnlich in dünner Schicht auf eine Unterlage (Leinwand, Papier u. s. w.) aufgetragen (s. a. Polieren, S. 172) oder in Form kompakter Massen (Schleifsteine u. s. w.) zur Verwendung kommen. Die natürlichen Schleifsteine sind Sandsteine, Tonschiefer und Quarzsteine. Die künstlichen Schleifsteine sind entweder aus natürlichen oder aus künstlichen Schleifmitteln mit Hilfe von Bindemitteln hergestellt. Wir unterscheiden:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. Tonerdehaltige Schleifmittel:

a) natürliche: reiner Korund (f. d.), gemeiner Korund (93—96% Al_2O_3, 0,7% Fe_2O_3, 2,6% SiO_2, Härte 9), Schmirgel (48—70% Al_2O_3, 22—30% Fe_2O_3, 3—7,6% SiO_2);

b) künſtliche: künſtlicher Korund, Korubin (87% Al_2O_3); die aus Beauxit (f. d.), deſſen Zuſammenſetzung zwiſchen 62—69% Al_2O_3, 1—15% Fe_2O_3, 2—10% SiO_2, 28—33% H_2O ſchwankt, in elektriſchen Oefen gewonnenen Produkte: Diamantin, Diamantit, Alundum, Elektrit.

2. Kieſelſäurehaltige, natürliche: Quarz, Feuerſtein.

3. Siliciumkarbid (Carborundum, Carboſilite) SiC, mit 67—68% Si, 30% C, 1—1,5% Al_2O_3 und Fe_2O_3, Härte 9,5.

Die für die Herſtellung der künſtlichen Schleifſteine u. ſ. w. notwendigen Bindemittel ſind zementartig erhärtende Subſtanzen, wie gebrannter Magneſit u. a. (mineraliſche Bindung; gegen Näſſe nicht widerſtandsfähig), vegetabiliſche Oele, Natronwaſſerglas, Schellack, Celluloid, Gummi oder Kautſchuk (elaſtiſche, weich angreifende Steine ergebend), Ton- oder Porzellanerde (keramiſche Bindung; die aus der Maſſe geformten Steine werden in Weißglühhitze gebrannt) u. a.

Die Körnung und Härte muß der Härte des zu ſchleifenden Materials, der Art und Oberflächenbeſchaffenheit der Arbeitsſtücke (rauh oder glatt), der gewünſchten Feinheit des Schliffs, der Umfangsgeſchwindigkeit des Rades, ob naß oder trocken und ob freihändig geſchliffen wird, angepaßt ſein. Im allgemeinen hat man für hartes Material eine weiche und für weiches Material eine härtere Scheibe zu wählen. Unter gleichen Verhältniſſen muß für gleiche Arbeitsſtücke ein weicheres Schleifrad (um zu raſchen Verſchleiß zu verhindern) raſcher laufen als ein hartes, das langſamer laufen muß, damit Erhitzen des Arbeitsſtücks und Verſchmieren der Poren des Rades vermieden wird. Einen allgemeinen Anhalt für die Wahl der Körnung und des Härtegrads eines Schleifrades gibt folgende Zuſammenſtellung:

a) Körnungen: grobes Korn zum Schleifen aus dem Rohen von Gußeiſen, Schmiedeeiſen, Stahl, Kupfer, Schleifen von Hartguß, ſofern es ſich hauptſächlich um das Abſchleifen größerer Materialmengen handelt und es auf einen feinen Schliff nicht ankommt; mittelgrobes Korn zum Blankſchleifen der Oberflächen an Stahl, Schmiedeeiſen, Gußeiſen, zum Schärfen von Maſchinenmeſſern, zum Schleifen von Werkzeugen, Hartgußwalzen u. dergl.; mittelfeines Korn zum Schärfen und Schleifen von Werkzeugen (namentlich Fräſern), zum Abſchleifen der Drehhobelſtriche auf Arbeitsflächen, Schleifen von Hartwalzen, Anſchleifen der Spitzen an Nadeln und Kratzenbändern u. dergl.; feines Korn zum Schärfen gewöhnlicher Werkzeuge, wie Bohrer, Meißel, Drehſtähle u. ſ. w., ſowie zum Feinſchleifen von Maſchinenteilen; ſehr feines Korn zum Schärfen feiner Werkzeuge, zum Feinſchleifen und Mattpolieren.

b) Härtegrade: weiche Scheiben hauptſächlich zum Schleifen auf ſelbſttätig arbeitenden Schleifmaſchinen für Hobelmeſſer, Sägen, Oberflächen von Gußſtahl und Schmiedeeiſen und zum Trockenſchleifen kleiner Werkzeuge, die beim Schleifen nicht anlaufen ſollen; mittelharte Scheiben zum Schleifen von Oberflächen von Gußeiſen, Stahl, Schmiedeeiſen und hartem Meſſing, Schleifen von Zahnradlücken, Trockenſchleifen von Werkzeugen und Hartgußwalzen; harte Scheiben zum Abſchleifen der Kanten an Guß, Stahl, Schmiedeeiſen und hartem Meſſing, Wegnehmen der Grate und Eingußſtellen an Gußeiſen, Schärfen von Fräſern, Anſchleifen der Spitzen an Nadeln und Kratzenbändern, Naßſchleifen von Werkzeugen.

Naß- oder Trockenſchleifen. Bei den Schleifmaſchinen iſt wegen des ſchädlichen Schleifſtaubs und wegen der Erhitzung der Arbeitsſtücke, die beſonders bei gehärtetem Stahl und beim Präziſionsſchleifen zu vermeiden iſt, das Naßſchleifen (ſofern überhaupt anwendbar) gebräuchlich. Der Waſſerzufluß muß hierbei ein ſehr reichlicher ſein.

Ueber die Vorteile des Schleifens gegenüber andern Bearbeitungsverfahren (Drehen u. ſ. w.) vgl. [3] und [6].

Formen der Schleifwerkzeuge.

a) Schleifwerkzeuge für Handgebrauch. Dieſe aus natürlichen Schleifſteinen herausgearbeiteten oder künſtlich hergeſtellten Werkzeuge werden beſonders für feinere mechaniſche Arbeiten, zum Schlichten und Polieren von Metallwaren aller Art, zum Schärfen und Abziehen von Meſſern und feinen Inſtrumenten, zum Bearbeiten von Gold- und Silberwaren, optiſchen Inſtrumenten u. ſ. w. verwendet. Sie kommen in verſchiedenen Körnungen vor, die je nach der zu verrichtenden Arbeit zu wählen iſt. Die hauptſächlichſten Formen ſind: flache Abziehſteine, flache, dreieckige, koniſche, halbrunde Feilen (ohne oder mit Holzunterlage [Heft]), Meſſerfeilen, (Muſchel-)Abziehſteine für Bijoutiers, Abrutſchplatten für Lithographen, Kupferſtecher und Marmorarbeiter, kegelförmige Bohrer zum Erweitern und Glätten von Löchern für Uhr- und Inſtrumentenmacher, Schmirgelabziehſteine für Profilhobelmeſſer u. a.

b) Schleifräder für Schleifmaſchinen. Die aus natürlichen Schleifſteinen (in der Regel Sandſteinen) herausgearbeiteten Schleifräder beſitzen faſt ausſchließlich Scheibenform; ſie werden mehr und mehr durch die gleichmäßigeren und in beliebigen Querſchnitten herſtellbaren künſtlichen Schleifräder verdrängt, deren hauptſächlichſte Formen die Fig. 1—42 zeigen. — Die Befeſtigungsart der Scheiben auf den Wellen iſt für die Sicherheit des Betriebs von größter Bedeutung; am häufigſten werden die Schleifräder zwiſchen Flanſchen geklemmt (Fig. 1—4) unter Zwiſchenlage von Pappe, Gummi, Blei u. ſ. w., um ein Zerſprengen der Scheibe beim Anziehen der Schrauben zu vermeiden. — Um ein Wegfliegen der einzelnen Stücke im Falle des Reißens einer Scheibe zu vermeiden, verwendet man Schleifräder mit Anſätzen (Fig. 1—4), die in Ausſparungen der Flanſchen eingreifen; Fig. 2 zeigt Flanſchen, die nach Abnutzung des Scheibenrads gegen ſolche nach Fig. 1 ausgewechſelt werden; denſelben Zweck verfolgt man mit koniſchen Flanſchen und koniſchen Scheiben (Fig. 3). Um das Material der Schleifräder bis auf einen kleinen Teil auszunutzen, wendet man die in Fig. 4 dargeſtellten Scheiben mit großer Bohrung, in die Anſätze (Ringe) der Flanſchen eingreifen, oder nach Fig. 5 (nur bei einzelnen Bindungsarten [ſ. oben]

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

möglich) mit einem gußeisernen Kern an; diese Anordnungen werden besonders angewendet, wenn die Schleifmaschinen keine der Abnutzung der Schleifräder entsprechende Erhöhung der Umdrehungszahl gestatten. Die Formen der Fig. 6—8 sollen ebenfalls durch entsprechende Ge-

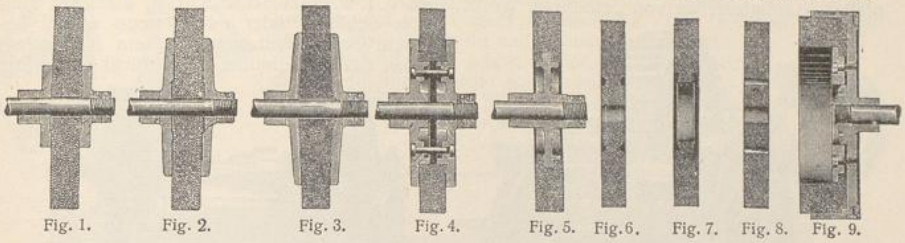


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

staltung der Flanschen (Fig. 6—7) oder durch Schrauben (Fig. 8) das Wegfliegen der einzelnen Stücke zersprungener Scheiben verhüten; vgl. a. Unfallverhütung. — Ringförmige Scheiben werden bisweilen in einer Flansche mit entsprechender Ausdrehung eingekittet, häufig aber (Fig. 9) mittels eines Bodens zwischen zwei Flanschen gehalten. Auch Futter (Fig. 10) kommen zur Verwendung, die auf den Schleifmaschinen zwischen Flanschen eingespannt werden; der Schleifring wird mittels eines in mehrere Segmente geteilten konischen Rings gehalten. Die Scheibe, gegen die sich die Bodenfläche des Schleifrings stützt, ist im Futter verschraubbar, so daß der Schleifring bis auf etwa 25 mm Höhe ausgenutzt werden kann. — Fig. 11 zeigt ein Segmentschleifrad (Friedr. Schmaltz in Offenbach a. M.), dessen Schleiffläche sich aus einzelnen Schleifsegmentstücken zusammensetzt, die durch einen Zwischenraum voneinander getrennt sind. Sein Vorteil soll in einer geringeren Erhitzung der Arbeitsstücke und des Schleifrads, einer weniger leichten Verschmierung der Segmentstücke liegen und an größeren Arbeitsstücken und bei gröberen Schleifarbeiten, für die das Segmentrad bestimmt ist, eine hohe Arbeitsleistung besitzen.



Fig. 10.

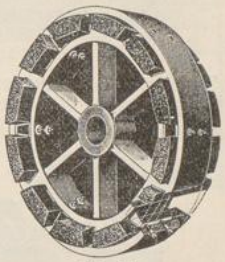


Fig. 11.

Die gebräuchlicheren Profile der Scheibenräder sind in den Fig. 12—33, Scheiben mit tellerartigen und ähnlichen Querschnitten in den Fig. 34—42 dargestellt

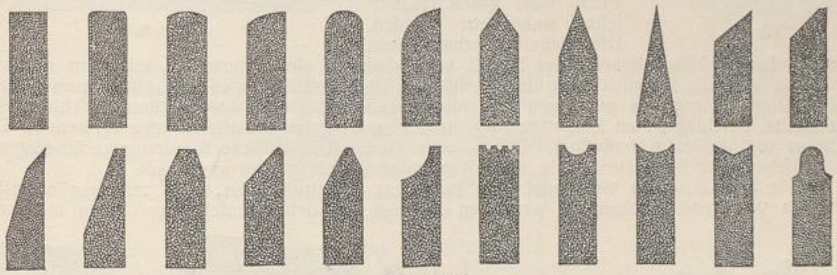


Fig. 12—33.



Fig. 34—42.

Schleifmaschinen und Schleifvorrichtungen.

1. Zum Bearbeiten von Maschinenteilen u. s. w.

Wir haben hier zu unterscheiden, ob es sich nur um eine mehr oberflächliche, keine Genauigkeit erfordernde Bearbeitung handelt, wofür Beispiele die Entfernung der Nähte an Guß- und Schmiedestücken, die Glättung von Schnittflächen, das Blankmachen von Arbeitsstücken u. s. w. sind (Schleifmaschinen zum Putzen und Schlichten) oder ob es sich um die Bearbeitung nach genauen Maßen (Präzisionsschleifmaschinen) handelt.

a) Schleifmaschinen zum Putzen und Schlichten von Arbeitsstücken. Das Arbeitsstück wird entweder von Hand gegen die Schleifscheibe gehalten, wobei es in der Regel auf einer in der Höhe der Drehachse oder auch im Scheitel des Schleifrads befindlichen Unterlage aufruht, oder es wird in Einspannvorrichtungen eingespannt und mit Hilfe dieser an das Schleifrad angedrückt oder an ihm vorbeigeführt. — Fig. 43. Schwere Schleifmaschine (Friedr. Schmaltz, Offenbach a. M.) mit verstellbarer Vorlage zum Anbringen von Supporten u. s. w. — Fig. 44. Doppelte Schleifmaschine mit zwei Auflagen und einem Schleiftisch; für besonders

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchwere Scheiben werden zur Unterſtützung der Welle Arme, wie in der Figur angegeben, angeordnet. — Fig. 45. Horizontale Schleifmaſchine; dieſe Maſchinen eignen ſich beſonders für das Planſchleifen (Abſchruppen) von Flächen, Platten, Schnitten, zum Faſſettieren von Meſſingplatten, Kantigſchleifen von Schlöſſern, Winkelteilen u. ſ. w. Als Schleifſcheibe dient ein Ring bezw. Schleifzylinder oder, wenn es auf beſondere Genauigkeit ankommt, ein Kupferring, in den das Schleifmittel eingedrückt wird. Das

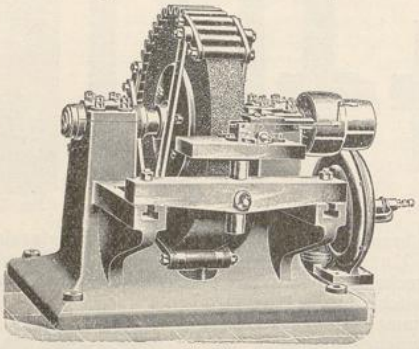


Fig. 43.

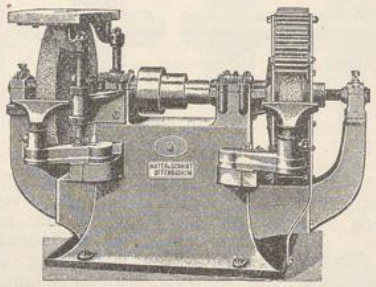


Fig. 44.

Schleifen erfolgt mit freier Hand oder mittels eines Lineals oder eines beweglichen Halters zum Einſpannen der Werkſtücke. Beim freihändigen Schleifen müſſen für genaue, gleichmäßige Arbeit die Arbeitsſtücke gedreht und gleichmäßig auf die Schleifſcheibe aufgedrückt werden. —



Fig. 45.

Fig. 46. Doppelte Flächenſchleif- und Abrichtmaſchine mit rotierenden Stahlſcheiben, die einen Bezug von Schmirgelleinen, Schmirgel- oder Flintpapier erhalten, die mit Hilfe einer beſonderen (ſ. Fig. 46) oder auch vielfach an der Vorderſeite der Maſchine angebrachten Preſſe auf die mit Spiralnuten verſehenen Stahlſcheiben mittels Fiſch- oder guten Tiſchlerleims aufgeklebt werden. Die Scheibe erhält etwa

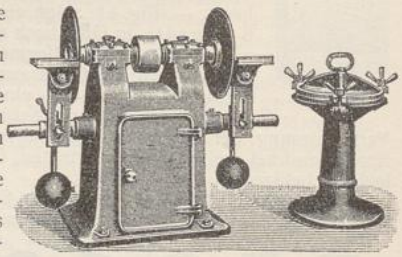


Fig. 46.

40 m Umfangsgeſchwindigkeit, der Schliff wird dadurch ein zarterer als mit dem maſſiven Schleifrad und die Arbeitsleiſtung eine größere. Die Maſchine wird beſonders zum Putzen und Schlichten, genauen winkligen Abrichten gerader, ſcharfkantiger kleiner Maſchinenteile, Schloßteile, Beſchläge, zum Einpaſſen vorgehobelter oder gefräſter Arbeitsſtücke verwendet. Die Auflager ſind beliebig verſtellbar. Dünne oder kleine Arbeitsſtücke werden zweckmäßig mit magnetiſchen Werkſtückhaltern (Fig. 47) mit permanenten Magneten angepreßt.

Für Spezialzwecke verwendet man beſondere Konſtruktionen, z. B zum maſſenweiſen Schleifen von Arbeitsſtücken mit parallelen Flächen Parallelflächenſchleifmaſchinen mit zwei

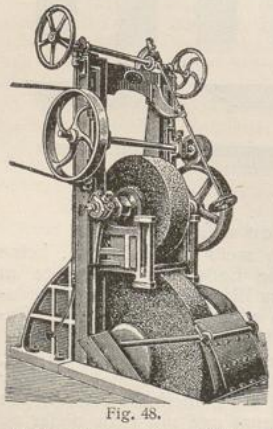


Fig. 48.

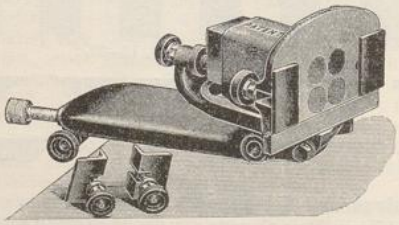


Fig. 47.

Schleifzylindern, zwiſchen denen das in einen Support eingeſpannte Arbeitsſtück durchgeführt wird. — Für das Schleifen von Gatter- und ähnlichen Sägeblättern werden Schleifmaſchinen mit zwei übereinander angeordneten Schleiffſteinen angewendet (Fig. 48), die mit verſchiedener Geſchwindigkeit umlaufen. Der kleinere obere Stein dient nur zum Gegenhalten und wird bisweilen durch ein Druckſtück erſetzt.

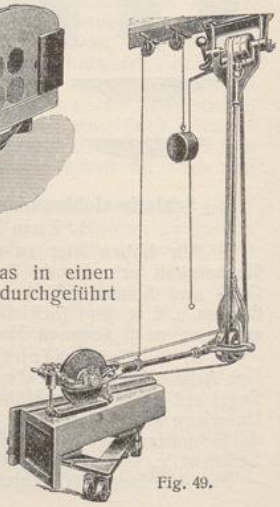


Fig. 49.

Während die bisher erwähnten Schleifmaſchinen eine feſt-

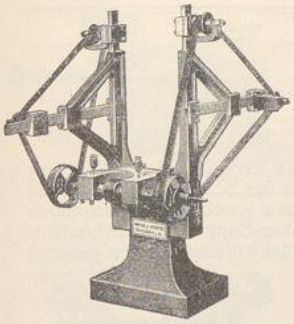


Fig. 52.

gelagerte Schleifwelle besitzen, ist bei den nachfolgenden (Fig. 49 bis 51) die Achse des Schleifrads beweglich. — Fig. 49. Hängende (pendelnde oder freischwingende) Schleifmaschine für schwere, sperrige oder eingespannte Arbeitsstücke. Das Gestänge schwingt um die Vorgelegewelle und ist derart eingerichtet, daß das Schleifrad während des Arbeitens nach allen Richtungen bewegt werden kann; für das Abrichten von geraden Flächen wird die Maschine mit einem (abnehmbaren) Schleifschuh versehen.

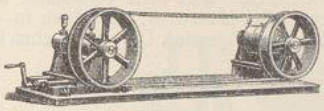


Fig. 53.

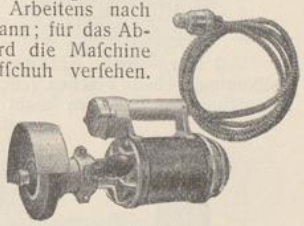


Fig. 50.

Die Aufhängung der Maschine ist entweder eine feste oder sie hängt an einer Laufkatze. — Fig 50. Elektrische Handschleifmaschine (A. H. Schütte in Köln a. Rh.). Die Schleifscheibe sitzt auf der verlängerten Motorwelle. Andre Maschinen dieser Art besitzen einen Antrieb der Schleifradwelle durch eine biegsame Welle. — Fig. 51. Flächenschleifmaschine mit gelenkigem, an der Wand (oder an einer Säule) befestigtem Ausleger und durch Handhebel längsverschieblicher Schleifradwelle.



Fig. 51.

Fig. 52 und 53. Riemenschleifmaschinen zum Bearbeiten stark gekrümmter oder winklig gebogener Gegenstände.

b) Präzisionsschleifmaschinen und -vorrichtungen.

α) Rundschleifmaschinen für Wellen, Bolzen u. s. w. Hierfür werden bisweilen Schleifvorrichtungen benutzt, die auf den Support einer Drehbank aufgesetzt werden. Die eigentlichen Rundschleifmaschinen werden entweder mit feststehender Schleifscheibenwelle und in der Längsachse des Werkstücks verschiebbarem Werkstücktisch ausgeführt oder mit verschiebbarem Schleifscheibensupport. — Fig. 54 und 55. Automatische Rundschleifmaschine (Friedr. Schmaltz, Offenbach a. M.) für zylindrische und konische Gegenstände bis 2,5 m größter Schleiflänge und 800 mm größtem zu schleifendem Durchmesser. Das Schleifrad, 600 × 50 mm, besitzt zwei, der Spindelstock vier Geschwindigkeiten (im Mittel 250 mm Umfangsgeschwindigkeit

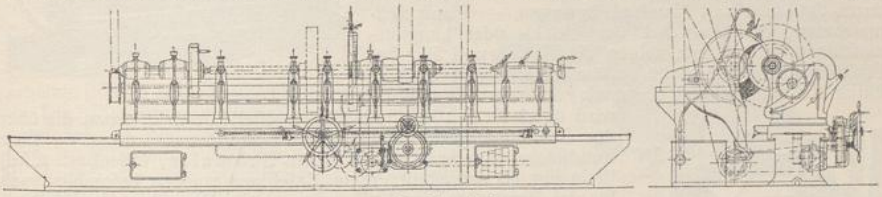


Fig. 54 und 55.

des Arbeitsstückes). Die Tischplatte ist zum Konischschleifen bis 7° horizontal drehbar; die Bewegung des Tisches erfolgt durch Zahnstangentrieb mit selbsttätiger Umsteuerung und mit vier verschiedenen Geschwindigkeiten. Die Zuschaltung des Schleifrads kann von Hand oder automatisch, sowohl grob als auch fein von 0,005—0,1 mm erfolgen und läßt sich auf ein bestimmtes Maß einstellen, bei dessen Erreichung selbsttätige Ausschaltung erfolgt. Der Tisch ist zum Auffangen und Ableiten des Wassers mit schräger Fläche ausgebildet (vgl. Fig 56). Die Arbeitsstücke drehen sich zwischen Spindelstock und Reitstock eingespannt; die Reitstockspindel ist federnd gelagert, damit die infolge der Erwärmung der Arbeitsstücke eintretende Ausdehnung ungehindert erfolgen kann. Lange Arbeitsstücke sind sorgfältig durch nachstellbare Werkstückstützen (Lünette, Fig. 56) zu unterstützen. — Ueber Rundschleifmaschinen ähnlicher Bauart vgl. [7]—[9], über die Vorsichtsmaßregeln beim Rundschleifen vgl. a. [3].

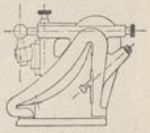


Fig. 56.

Nach [4] ist für Rundschleifmaschinen, wenn P die Tangentialkraft der Schmirgelscheibe in kg, v die Umfangsgeschwindigkeit in m/sec, w die Seitenverschiebung auf 1 Umdrehung des Arbeitsstücks in mm, t die Schnittiefe in mm, E den Energieverbrauch in kg für 1 g Späne bezeichnet, für Stahl von 50 kg Festigkeit pro qmm und für Gußeisen $P = 7$ bis 40, im Maximum $= 80$ kg. P nimmt mit wachsenden w und t zu und mit wachsendem v ab. Die spezifische Schleifleistung (Spangewicht in kg bei 1 kg Schmirgelverbrauch) nimmt bei mittelhartem Stahl mit wachsendem v (bis 35 m) zu und mit wachsenden w und t ab; bei Gußeisen nimmt die spezifische Schleifleistung mit wachsenden v und t zu und mit wachsendem w ab. Die mittlere Spanmenge in kg pro Stunde ist bei Stahl 20 kg, bei mittelhartem Gußeisen 50 kg. Der spezifische Energieverbrauch E in m/kg für 1 g Späne nimmt mit wachsendem v zu und mit wachsenden w und t ab. Als Mittelwerte für E können bei 30 m/min Umfangsgeschwindigkeit des Werkstücks gelten:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

	Stahl						Gußeifen					
v	25			35			25			35		
t	0,02	0,14	0,14	0,02	0,14	0,14	0,02	0,14	0,14	0,02	0,14	0,14
w	12	12	24	12	12	24	12	12	24	12	12	24
E	1930	635	525	2070	685	540	2180	540	350	2230	690	480

β) Plan- oder Flächenſchleifmaſchinen. Sie dienen zum Erzeugen ebener Flächen; vollkommen ebene Flächen laſſen ſich aber dabei wegen der während des Schleifens eintretenden Abnutzung der Scheiben nicht herſtellen. Bisweilen verwendet man gewöhnlich Tiſchhobelmaſchinen (ſ. Hobeln), bei denen in dem Support eine Schleifvorrichtung befeſtigt wird. Die eigentlichen Planſchleifmaſchinen gleichen

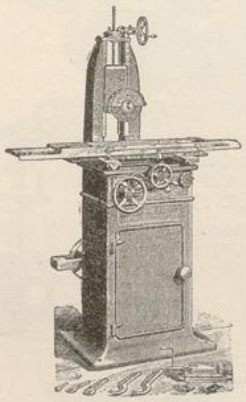


Fig. 57.

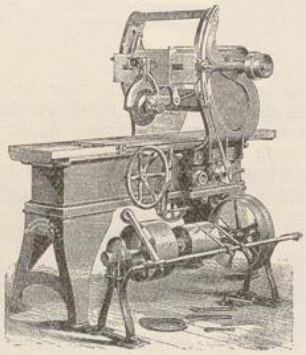


Fig. 58.

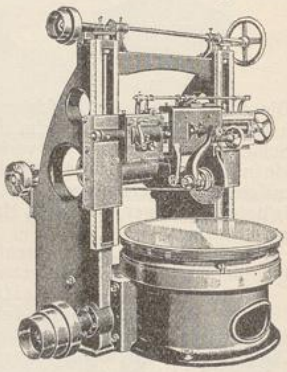


Fig. 60.

in ihrem Aufbau den Univerſalfräsmaſchinen, den Tiſchhobelmaſchinen und für runde Arbeitsſtücke den Drehbänken mit horizontaler Planſcheibe. — Fig. 57 zeigt eine kleinere Planſchleifmaſchine mit einem Querſchlitten, einem darauf angeordneten Längsſchlitten mit ſelbſttätiger ſtoßfreier Umſteuerung. Der Spindelkopf läßt ſich in ſenkrechter Richtung durch Schraube und Handrad bewegen. — Planſchleifmaſchinen, die nach Art der Hobel- oder Langfräsmaſchinen gebaut ſind, zeigen die Fig. 58 und 59. Bei Fig. 58 geſchieht die grobe Vertikaleinſtellung der Spindel durch Zahnbogen und Zahnrad; die feine Einſtellung wird durch Neigen des Spindellagergeſtells bewirkt, wozu die über der Schmirgelſcheibe angebrachte Handſchraube dient. — Eine Rundflächenſchleifmaſchine (Friedr. Schmaltz, Offenbach a. M.) iſt in Fig. 60 dargeſtellt; dieſe Maſchinen werden beſonders auch für das Bearbeiten von Kolbenringen (für Dampf- u. ſ. w Kolben) angewendet. Zum bequemen Befeſtigen der Arbeitsſtücke wird der

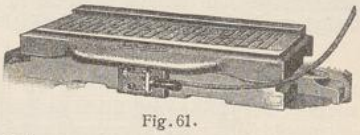


Fig. 61.

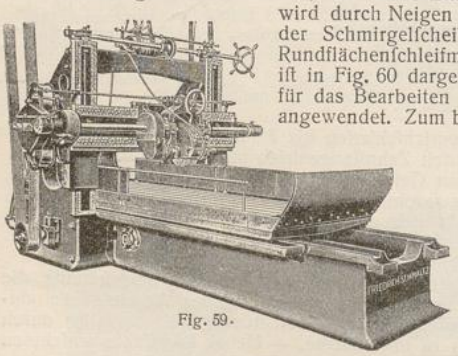


Fig. 59.

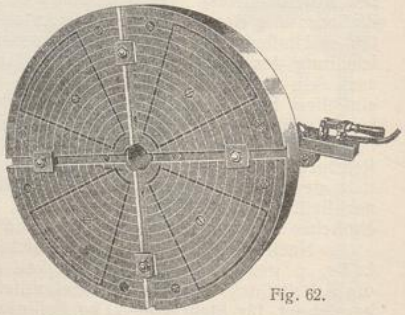


Fig. 62.

Tiſch mit Elektromagneten ausgeſtattet. Elektromagnetiſche Spannfutter für Flächenſchleifmaſchinen ſind in den Fig. 61 und 62 dargeſtellt. Ueber Kolbenringſchleifmaſchinen vgl. a. [10].

γ) Schleifmaſchinen mit Planetſpindeln. Vollführt die Schleifradwelle außer der Drehung um ihre Achſe noch eine Drehung um eine zu ihr parallele, ſo vollführt ſie eine „Planetenbewegung“. Solche Schleifmaſchinen werden beſonders zum Ausſchleifen von Höhlungen und zum Rundſchleifen von Zapfen bei ſtill liegendem Werkſtück angewendet. — Fig. 63 zeigt einen älteren, zum Befeſtigen auf Drehbankſupporten beſtimmten Büchſenſchleifapparat, bei dem die Bewegung der Schleifradwelle von der Hauptwelle aus mittels zweier Riemen erfolgt. Die Exzentrizität (Entfernung der Schleifradwelle von der Hauptwelle, um die ſie kreiſt) kann verändert werden. Das Arbeitsſtück wird auf der während des Schleifens

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

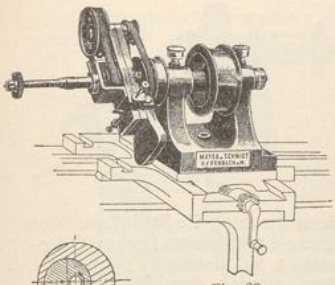


Fig. 63.

ruhenden Planſcheibe aufgeſpannt. Wegen der überhängenden Maſſen des Apparats können beſonders genaue Arbeiten damit nicht hergeſtellt werden. Man verwendet deshalb Schleifſupporte der aus Fig. 64 hervorgehenden Form, deren Exzentrizität in der Regel während des Schleifens

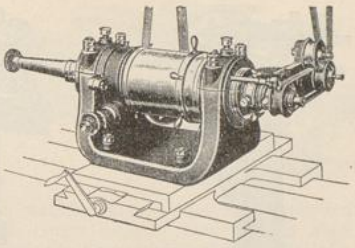


Fig. 64.

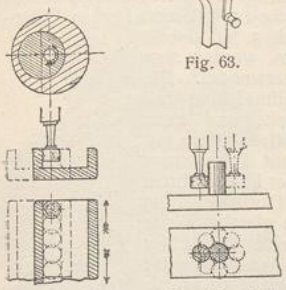


Fig. 70—72.

Fig. 68 und 69.

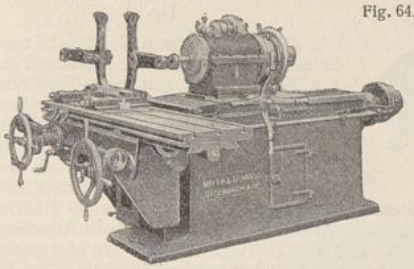


Fig. 73.

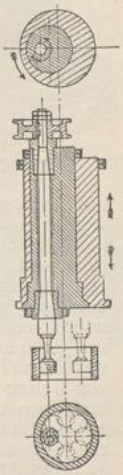


Fig. 65—67.

verſtellbar iſt. Die Einrichtung der in dieſen Figuren dargeſtellten Planetſupporte geht aus Fig. 65 und 66 hervor. Die Schleifradwelle läuft in einer exzentriſch durchbohrten Büchſe, die ſelbſt wieder in einer exzentriſch durchbohrten Büchſe ſich bewegt; die äußere Büchſe dreht ſich während des Schleifens mit geringer Umdrehungszahl. Die innere, exzentriſch ausgebohrte Büchſe kann während des Schleifens um ihre Drehachſe verdreht werden. Fig. 67 zeigt die Stellung dieſer Büchſe und der Schleifradwelle beim Ausſchleifen von Höhlungen (Fig. 66 und 67) oder beim Rundſchleifen von Zapfen (Fig. 68 und 69); in Fig. 70 iſt die Büchſe ſo verdreht, daß die Achſe der Schleifradwelle mit der Achſe der äußeren Büchſe zuſammenfällt und die Schleifradwelle keine Planetenbewegung mehr ausführt, ſo daß z. B. bei geradliniger Schaltung des Werkſtücks Planſchleifarbeiten (Fig. 71 und 72) ausgeführt werden können. — Die Planetenſpindelſchleifmaſchinen beſitzen entweder eine horizontale (Fig. 73) oder vertikale (Fig. 74) Planetenſpindel. Bei horizontaler Anordnung muß die Lagerung wegen der liegend angeordneten Schleifſcheibe beſonders bei längeren Höhlungen eine ſehr ſorgfältige ſein; im allgemeinen dürfte die vertikale Anordnung mit Rückſicht auf den Schleifſtaub und das leichtere Aufſpannen der Arbeitsſtücke vorzuziehen ſein [11], [12].

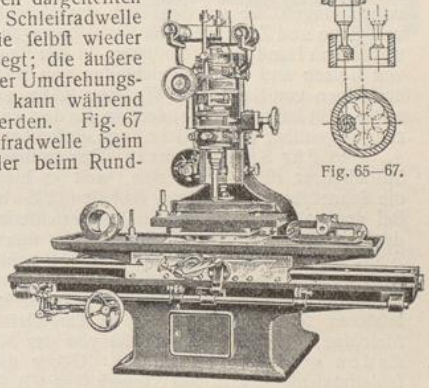


Fig. 74.

c) Schleifmaſchinen für beſondere Zwecke. Hier ſind zu erwähnen: Schleifmaſchinen für Hartgußräder und hartgelaufene Bandagen; Kuliſſenſchleifmaſchinen vgl. [13], [14]; Riemenſcheibenſchleifmaſchinen; Zahnräderſchleifmaſchinen [15]; Walzenſchleifmaſchinen [16]; Daumen- oder Nockenſchleifmaſchinen [17]; Siederohrſchleifmaſchinen u. a.; Kugelſchleifmaſchinen, ſ. Kugelherſtellung, Bd. 6, S. 554, Fig. 1—4; Kratzenſchleifmaſchinen, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 606, Fig. 25 und 26.

2. Schleifmaſchinen zum Schärfen von Werkzeugen.

a) Für Dreh- und Hobelſtähle verwendet man vielfach noch den rotierenden Sandſtein, der aber mehr und mehr durch Schmirgelſchleifmaſchinen verdrängt wird. Eine einfache Naßſchleifmaſchine für Dreh- und Hobelſtähle iſt in Fig 75 dargeſtellt. Zur Erzielung genauer Schneidwinkel dienen die Schleifmaſchinen von Conradſon [18] (auch als Gisholt-Werkzeugſchleifmaſchinen bezeichnet) und von Sellers & Co. [19], die mit einer in allen Richtungen nach Skalen einſtellbaren Einſpannvorrichtung für die Werkzeugſtähle verſehen ſind. Fig. 76 ſtellt eine

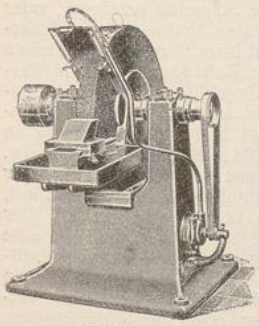


Fig. 75.

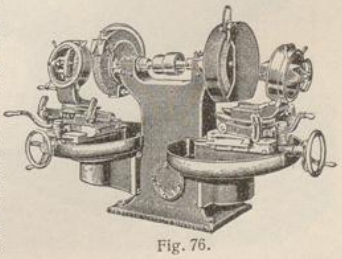


Fig. 76.



Fig. 77.

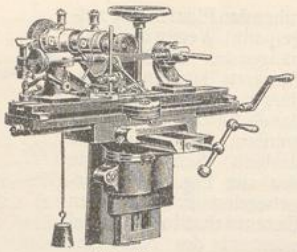


Fig. 78.

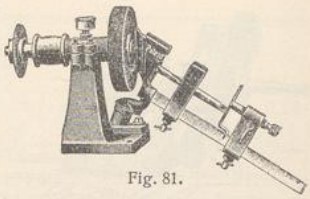


Fig. 81.

derartige doppelte Schleifmaſchine (Friedr. Schmaltz in Offenbach a. M.) dar.

β) Für Fräſen, Reibahlen u. ſ. w. werden zum Schärfen in der Regel Spezialmaſchinen verwendet. Die Fig. 77 und 78 zeigen eine Werkzeugſchleifmaſchine mit verſchiedenen zu ſchleifenden Werkzeugen, und zwar Fig. 77 das Schleifen eines hinterdrehten Walzenfräſers mit ſpiralgewundenen Zähnen, deren Bruſt mit Hilfe eines Tellerſcheibchens geſchliffen wird. Der Fräſer iſt auf einem zwiſchen zwei Spitzenböckchen drehbaren Dorn befeſtigt; ein Stellfinger dient ihm in ſeiner jeweiligen Lage als Führung. In gleicher Weiſe werden geradlinige hinterdrehte Walzenfräſer und alle Arten hinterdrehter Profilfräſer und Reibahlen geſchärft. Fig. 78 zeigt das Schärfen eines koniſchen Werkzeugs mit gerieften Spiralzähnen vermittelſt einer Schleiffchale. Das Tiſchoberteil iſt um ſo viel gedreht, daß die Schneidflächen in die gleiche Richtung mit der Tiſchbewegung gelangen. Für Meſſerköpfe und Winkelfräſer verwendet man Einſpannvorrichtungen, die auf den Tiſch der Maſchine aufgeſetzt werden. Die Schaltung von Zahn und Zahn und das Vorbeibewegen des Werkſtücks an der Schleiffſcheibe erfolgen entweder von Hand oder ſelbſttätig. In der Regel werden dieſe Maſchinen auch zum Rundſchleifen von Bolzen und zum Innenſchleifen von Büchſen u. ſ. w. eingerichtet. Bei den Werkzeugſchleifmaſchinen von Bath [20], Walker [21] u. a. iſt die Schleifradwelle nicht feſtgelagert, ſondern in die dem zu ſchleifenden Werkzeug gegenüber erforderliche Lage einſtellbar; vgl. [5], [22]—[24].

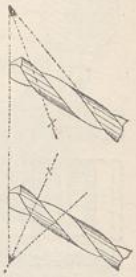


Fig. 79 und 80.

γ) Für Spiralbohrer. Das freihändige Schleifen der Spiralbohrer iſt zu verwerfen, weil es hierbei unmöglich iſt, die Schneidkanten richtig zu ſchleifen (ſ. Bohrer, Bd. 2, S. 182). Bei den gebräuchlichſten Spiralbohrerſchleifmaſchinen [25] liegt der Spiralbohrer in einem Halter, der um eine windſchief liegende Achſe geſchwenkt wird. Bei der vielverbreiteten Worceſter-Maſchine liegt dieſe Achſe in der durch Fig. 79, bei einer neueren Anordnung (Patent Weißker) in der durch Fig. 80 gekennzeichneten Lage. Eine Maſchine letzteren Syſtems iſt in Fig. 81 dargeſtellt. Ueber die hierhergehörige Maſchine von Sellers, welche von der Maſchinenfabrik Grafenſtaden gebaut wird, vgl. [26] Ueber die automatiſchen Spiralbohrerſchleifmaſchinen, z. B. von Struck (Fig. 82), ſ. [27], von Mayer & Schmidt in Offenbach a. M., ſ. [28]. Bei dieſen Maſchinen findet das Schleifen der Bohrer ohne Umſpannen ſtatt, und man erzielt deshalb genau gleichlange Schneiden.

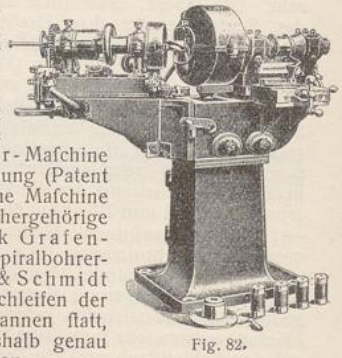


Fig. 82.

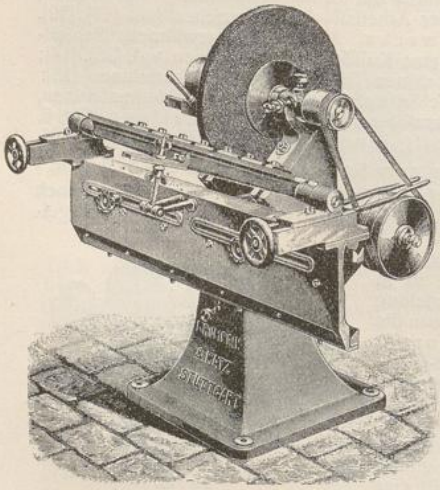


Fig. 83.

δ) Für Schneidmeſſer (Papier-, Tabakſchneid-, Holzhobel-, Holzſchäl-, Lederſpalt-, Korkſchneide-, Blechſcher-, Gummiſchneidemeſſer u. ſ. w.). Dieſe Schleifmaſchinen beſitzen entweder gewöhnliche Schleiffſcheiben, deren Achſen parallel zur Meſſerſchneide ſind, die mit ihrer Zylinderfläche angreifen und demnach eine hohle Schneide erzeugen, oder Schleifzylinder, deren Achſen ſenkrecht zur Meſſerſchneide ſtehen und die mit ihrer Stirnfläche angreifen und demnach eine ebene Zuſchrägung der Meſſerſchneide bewirken. In der Regel iſt die Schleiffſcheibenwelle feſtſtehend und das in einem Support eingeſpannte Meſſer wird von Hand oder ſelbſttätig an der Schleiffſcheibe (Fig. 83, Krumrein & Katz, Stuttgart) vorbeibewegt; nur für ſehr lange Meſſer verſchiebt man den das Schleifrad tragenden Support, Fig. 84 (Friedr. Schmaltz, Offenbach a. M.). Der auf dem Support ſitzende Meſſerbalken kann um eine Längsachſe zur Einſtellung des gewünſchten Schnittwinkels gedreht werden. Die Zuſtellung zwiſchen Schleifrad und Meſſer erfolgt entweder durch Verſchieben des Meſſerbalkens oder durch Verſchieben des Schleifrads. Für das Schleifen von Kehlmeſſern

und Faſſonhobeleiſen ſowie gleichzeitig von Hobelmeſſern mit gerader Schneide und Kreisſägen dient die in Fig. 85 dargeſtellte Maſchine. Sie beſitzt auf gemeinſamer Welle Schmirgelſcheiben in verſchiedenen Dicken und mit verſchiedenen Profilen.

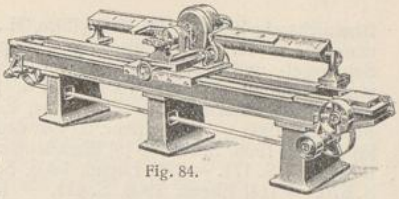


Fig. 84.

ε) Für Sägen. Die Sägenſchärfmaſchinen beſitzen entweder eine feſtgelagerte Schmirgelſcheibe, gegen welche die Säge von Hand geführt wird, oder einen die Schmirgelſcheibe tragenden verſchiebbaren oder ſchwingenden Schneidkopf, der gegen die in einem Support eingeſpannte Säge vorgeſchoben wird. Vielfach ſind die Sägenſchärfmaſchinen ſo eingerichtet, daß alle Bewegungen mit Hilfe von Steuerkurvenſcheiben ſelbſttätig erfolgen. Schärfmaſchinen für Holzſägen mit wechſelnder Lage der Bruſt- und Rückenflächen der Zähne (ſ. Sägen, S. 544, Fig. 4) müſſen für wechſelſeitigen Schrägſchliff eingerichtet ſein. — Fig. 86 zeigt eine automatiſche Univerſalſägenſchärfmaſchine (D.R.P.), Friedr. Schmaltz, Offenbach a. M., die Gatter-, Kreis- und Bandſägen zu ſchärfen geſtattet. Die rotierende Schleifſcheibe bewegt ſich auf und abwärts und wird mittels beſonderer Mechanismen abwechſelnd nach links und nach rechts ſchräg geſtellt; der Vorſchub des Sägeblatts erfolgt mit Hilfe einer Klinke. Der Schleiffupport iſt auf jeden Schneidwinkel der Zahnbruſt einſtellbar. Für Bandſägen wird die Maſchine mit Führungsrollen u. ſ. w., für Gatterſägen mit Linealen, Einſpannbacken u. ſ. w. ausgeſtattet. Vgl. a. [29] und [30].

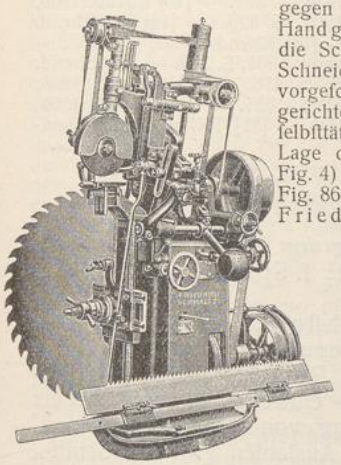


Fig. 86.

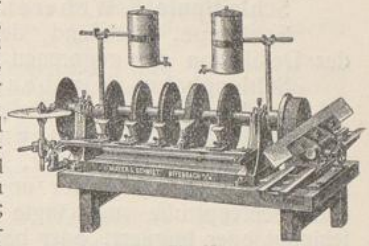


Fig. 85.

B. Schleifen von Holz.

Als Schleifmittel verwendet man zum Schleifen von Hand Bimsſtein und mit Glas- oder Flintſteinpulver bezogenes (Sand-) Papier oder Leinwand. Bei den Holzſchleifmaſchinen werden die Schleiffſcheiben, -walzen u. ſ. w. entweder mit Sandpapier überzogen oder das Schleifmittel wird direkt auf ihnen aufgeleimt. Zu Holzſchleifmaſchinen werden angewendet: Schleifbänke (in ihrer Einrichtung den Polierbänken ähnlich (ſ. Polieren, S. 173, Fig. 10) insbeſondere für gewundene Arbeitsſtücke; Scheibenſchleifmaſchinen mit horizontaler oder vertikaler Schleiffſcheibe, oder mit gelenkigem Ausleger entſprechend Fig. 51. Trommelſchleifmaſchinen ohne oder (Fig. 87, E. Kießling & Co., Leipzig-Plagwitz) mit Vorſchub durch Gummiwalzen; um das Auftreten von Strichen durch die Schleiftrommel zu vermeiden, gibt man dieſer eine hin und her gehende Bewegung in Richtung ihrer Achſe. Riemenſchleifmaſchinen dienen zum Schleifen beliebig geſtalteter Gegenſtände, z. B. Hammerſtiele, Gewehrſchäfte, Radſpeichen u. ſ. w.

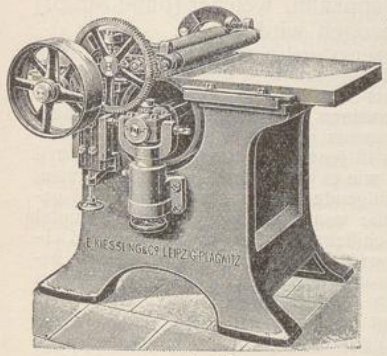


Fig. 87.

C. Schleifen von Glas.

Für Spiegelſcheiben verwendet man Schleifmaſchinen, die eine Planſcheibe beſitzen, auf der die Glasplatte aufgegipſt wird. Zwiſchen die Glasplatte und eine drehbare, auf ihr liegende Gegenſcheibe, deren Achſe außerachſig zu derjenigen der Planſcheibe angeordnet iſt, wird das Schleifmittel (geſchlämmter Sand, Schmirgel) gebracht. Angetrieben wird nur die Planſcheibe [2]. Für beliebige Gegenſtände wendet man, ſofern es ſich um das Anſchleifen ebener Flächen handelt, Schleifmaſchinen mit horizontaler Schleiffſcheibe an (Fig. 88). Das Arbeitsſtück *a* wird auf die Scheibe *b* mit Hilfe des Bretts *d* angedrückt; das Schleifmittel iſt in dem Behälter *c* enthalten. Für ſonſtige Schleifarbeiten gebraucht man Schleifbänke, die teils Schleifſteine, teils Scheiben aus Eiſen, Kupfer, Zinn, Holz oder Kork tragen, wobei man als Schleifmittel Sand, Schmirgel u. ſ. w. verwendet. Das Schleifen von Linſen geſchieht mit Hilfe von Schleiffſchalen, die nach dem Halbmeſſer der Linſen abgedreht ſind.



Fig. 88.

D. Schleifen von Stein, ſ. Steinbearbeitungsmaſchinen.

E. Schleifen von Edelſteinen, ſ. Edelſteinſchleiferei.

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Bd. 3, 3. Abt., 1. Hälfte,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Braunfchweig 1896. — [3] Darbyfhire, H., Precision Grinding, New York. (Deutfch: Die Schleifmafchine in der Metallbearbeitung, Berlin 1908.) — [4] Schlefinger, Leiftungsverfuche mit naffen Schmirgel- und Carborundumfcheiben (Mitteilungen über Forfchungsarbeiten, herausgegeben vom Verein deutfch. Ing. 1907, Heft 43); Auszüge in der Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. und in der „Werkftattstechnik". — [5] Jurthe, E., und Mietzfchke, O., Handbuch der Fräferei, 2. Aufl., Frankfurt 1903. — [6] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1903, S. 1653. — [7] Ebend. 1903, S. 1656. — [8] Ebend. 1906, S. 370. — [9] Werkftattstechnik 1907, S. 623, 628. — [10] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1907, S. 171. — [11] Ebend. 1903, S. 675. — [12] Ebend. 1906, S. 374. — [13] Ebend. 1903, S. 676. — [14] Ebend. 1906, S. 411. — [15] Werkftattstechnik 1907, S. 625. — [16] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 369. — [17] Ebend. 1906, S. 416. — [18] Ebend. 1903, S. 1657. — [19] Ebend. 1903, S. 1658. — [20] Ebend. 1906, S. 417. — [21] Ebend. 1901, S. 548. — [22] Ebend. 1901, S. 546. — [23] Ebend. 1903, S. 677. — [24] Ebend. 1906, S. 416. — [25] Ebend. 1888, S. 970, 1010. — [26] Ebend. 1887, S. 278. — [27] Ebend. 1908, S. 1021. — [28] Ebend. 1906, S. 1024. — [29] Ebend. 1901, S. 814. — [30] Ebend. 1906, S. 1024. — [31] Tfcheufchner, Handbuch der Glasfabrikation, Weimar 1885.

A. Widmaier.

Schleifen- oder Gegenfchaltung, f. Beleuchtung, elektrifche.

Schleifkurbelgetriebe, f. Schubkurbelmechanismus.

Schleiffpule, f. Weberei.

Schlempe, Rückftand, der bei der Gewinnung von Kartoffelfpiritus nach der Deftillation der gegorenen Maifche übrig bleibt; f. Spiritusfabrikation.

Schleppbahn, f. Grubenförderung.

Schleppdach, f. v. w. Pultdach, f. Dach, Dachftuhl.

Schleppen, Schlepphund, f. Grubenförderung.

Schlepper (Bugfierer, Schleppdampfer, Remorqueur), ein freifahrendes Schiff mit Motor und Propeller, welches entweder mehrere mittels einer Schlepptroffe angehängte Fahrzeuge, einen Zug von Kähnen, befördert, fchleppt oder bugfiert, oder beim Einkommen und Auslaufen größerer Schiffe, Segler wie Dampfer, diefen im Revier, d. h. auf der Reede, in den Hafeneinfahrten, beim Durchfchleufen oder im Hafen beim Verholen und Feftmachen behilflich ift. Auch dient er in der Großfchiffahrt zum Verkehr zwifchen den auf Strom oder auf Reede liegenden Schiffen und dem Feftlande. Nicht zu verwechfeln hiermit ift der Schlepp oder der Schleppkahn, welcher (ohne Motor) nur zur Aufnahme der Fracht dient und ftets gezogen wird.

Der Propeller des Schleppers muß das in feinen Wirkungsbereich gelangende Waffer ftark befchleunigen, um den erforderlichen Zug zu erzeugen; infolgedeffen ift der theoretifche Weg des Propellers ftets wefentlich größer als der tatfächlich vom Schiff zurückgelegte. Die Differenz zwifchen beiden nennt man Slip. Daher ift auch im allgemeinen der Nutzeffekt der Mafchinenleiftung des freifahrenden Schleppers oder Remorqueurs geringer als bei der Kettenfchiffahrt (f. d.) oder Seilfchiffahrt; hingegen ift jene gegenüber diefer im Vorteil wegen des Fortfalls der koftfpieligen Bahnanlage, wie es die Kette ift, wegen der freien, ungezwungenen Beweglichkeit und der hieraus folgenden freien Konkurrenz. Bei geringerer Strömung, bis zu einem relativen Gefälle von höchftens 0,3‰, behauptet der Schleppdampfer den Verkehr. Auch auf Schiffahrtskanälen mit längeren Haltungen (f. d.) und größerem Waffer querfchnitt wird die Remorquage erfolgreich betrieben (f. a. Kanalfchiffahrt). Als eine befondere Art folcher Dampfer kann man den für rafcheren Stückgütertransport geeigneten Frachtdampfer (toueur porteur) bezeichnen, welcher felbft eine Frachtladung trägt und zuweilen einen Anhang zieht. Je nach dem Treibapparat oder Propeller (f. d.) gibt es folgende Gattungen von Schleppern:

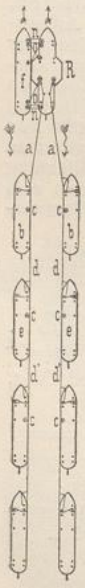


Fig. 1. Schleppzug-Bergfahrt.

1. Radfchlepper. Sie find fchon bei geringerem Tiefgang von 0,5 m brauchbar und haben einen Nutzeffekt der indizierten Mafchinenleiftung von 36—52%. Man unterfcheidet Seitenraddampfer, bei denen je ein Rad Steuerbord und Backbord, d. h. rechts und links, feitlich etwa in der Mitte, arbeitet, und Stern- oder Heckraddampfer, deren Rad am Heck, d. i. am hinteren Ende des Schiffes, angebracht ift. Manchmal find diefe Räder unterteilt. Heckraddampfer find wegen der geringen Breite auf Kanälen und kanalifierten Flüffen mit Schleufen befonders zweckmäßig.

2. Schraubendampfer. Da der Propeller, die Schraube, etwa 0,20 m unter dem Waffer fpiegel bleiben foll, fo erfordern fie eine größere Waffertiefe als die Radfchlepper. Der Nutzeffekt ihrer Mafchinenleiftung bewegt fich im allgemeinen in den gleichen Grenzen. Befondere Umftände können ihn noch etwas fteigern. Für die Binnenfchiffahrt werden meiftens Einfchraubenfchlepper verwendet. Seefchlepper haben nicht nur größere Waffer verdrängung, fondern auch größere Mafchinenleiftung und werden meiftens als Doppelfchraubenfchlepper gebaut.

3. Greifraddampfer, welche (z. B. auf der Rhone) mittels der Radfchaufeln oder -ruder ihren Stützpunkt auf der lofen, kiefigen Flußfohle finden.

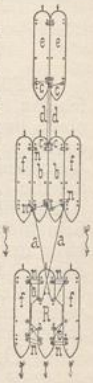


Fig. 2. Schleppzug-Talfahrt.

Für den Betrieb der Schleppfchiffahrt ift es Regel, daß die Schleppen „hinausgehängt", d. h. am Schlepptau *a* (Fig. 1 und 2) vom Remorqueur *R*

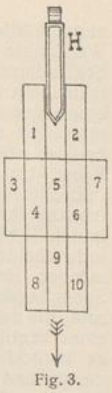


Fig. 3.

nachgezogen werden und zwar sowohl bei der Berg- als auch bei der Talfahrt (stromab). Das erste, direkt am Schlepptau gehende Fahrzeug *b* heißt (auf der Donau) die Seilschleppe; dazu wird der tiefsttauchende oder größte Kahn ausgewählt. Die andern, an den Pollern (s. d.) oder Büffeln *c* mittels der Aufklampfeile *d*, *d'* hintereinander gebundenen Kähne, von denen z. B. der erste *e* achtern (hinten) an die Seilschleppe angehängt ist, werden „Aufgeklampfte" genannt. Bei günstigen Stromverhältnissen gibt man an die Seiten des Remorqueurs noch die Fahrzeuge *f*, die vorn und achter mittels kurzer Seile, der „Seilbögen" *n*, „zugekoppelt" oder „zugeschwabbelt" sind; die schrägen Verbindungsseile *o* am Dampfer heißen Strupfen oder Sprengen. Eine solche Kupplung ist namentlich bei Talfahrten mit kleinem Anhang gebräuchlich. Die Entfernung der Seilschleppe *b* vom Dampfer beträgt bei der Bergfahrt ca. 100 m, bei der Talfahrt ca. 60 m. In Fig. 1 erscheint der Anhang in zwei Reihen zu je vier Kähnen. — In seltenen Fällen wird die Remorquage derart betrieben, daß der Dampfer, wie z. B. am Aire- und Calderfluss in England ([1], S. 93), vier bis sechs Kähne vor sich her stößt; die letzten werden durch Drahtseile vom Motor aus geleitet. Aehnlich findet die Dampfschlepperei auf dem oberen Mississippi statt. Auch werden auf amerikanischen Strömen nach Art der Fig. 3 Kähne von einem Heckraddampfer *H* geschoben. Insbesondere auf dem Eriekanal ist das sogenannte Konvoisystem üblich: ein Dampfer als Frachtdampfer schiebt ein Schiff vor sich und zieht noch, etwa 90 m achteraus, zwei, manchmal wieder ebenso weit achteraus noch zwei, also zusammen vier Schiffe nach sich [3].

Literatur: [1] Weber, Bau, Betrieb u. s. w. der Wasserstraßen, Wien 1895. — [2] Verbandsschrift Nr. 25 des deutsch-österr.-ungar. Verbands für Binnenschiffahrt, 1. Heft: Schiffbarkeit der Donau und ihrer Nebenflüsse, Berlin 1897. — [3] Roloff, Nordamerikanisches Wasserbauwesen, Berlin 1895. — [4] Deutsch-österr.-ungar. Verband für Binnenschiffahrt; Verbandsschrift Nr. 9: Die Ausflüge des ersten Verbandstages, Berlin 1897; Verhandlungen der internationalen Schiffahrtskongresse Düsseldorf 1902, Mailand 1905 und Petersburg 1908; Binnenschiffahrt, Mitteilungen und Berichte. *Schütte.*

Schlepper, Schleppvorrichtungen dienen in Walzwerken dazu, die Walzstäbe parallel zu ihrer Längsachse zu transportieren. Sie bestehen in der Regel aus einer der Länge des Walzguts entsprechenden Anzahl endloser Ketten oder Drahtseile mit Schlitten, die Greifer zum Verschieben des Walzguts tragen. *A. Widmaier.*

Schleppkette, s. Kratzer.

Schleppkraft wird nach Du Boys' Vorgang [1] von Kreuter [2] das durch $S = 1000 \cdot h\,\alpha$ ausgedrückte Arbeitsvermögen eines in gleichförmig permanenter Bewegung befindlichen prismatischen Wasserkörpers vom spez. Gew. 1000, von 1 qm quadratischer Grundfläche und h_m Höhe, letztere gemessen von der Sohle zum Spiegel des Flußbettes, der bei seinem Vorrücken um die Längeneinheit ein Gefälle α hat, genannt.

Während sonst in der Hydraulik bei der gleichförmig permanenten Bewegung (Bd. 5, S. 152) das Arbeitsvermögen auf der Längeneinheit der Reibungsarbeit am unveränderlich gedachten benetzten Umfange des Querschnittes von Flüssen und Kanälen (s. d.) gleichgesetzt wird, nimmt Du Boys von der sogenannten Schleppkraft an, daß sie bei beweglichem Flußbette für den Geschiebetransport aufgebraucht werde. Ist die Geschiebebewegung auf einer sogenannten Musterstrecke bei bestimmtem Wasserstande in erwünschter Ordnung und hat dabei S einen konstanten Wert S_0, so liefern Variationen von h und α, sofern sie stets das gleiche S_0 ergeben, Anhaltspunkte für Abmessungen künstlicher Flußläufe, an welchen derselbe Beharrungszustand wie an der Musterstrecke eintreten soll. Den auf solchem Wege gefundenen „künstlichen Querschnitt" heißt Kreuter den gleichwertigen Querschnitt oder das Normalprofil für die gegebene Flußstrecke, und die für den maßgebenden Wasserstand erforderliche Breite nennt er die Normalbreite, [2], S. 30. Rechnet man die Profile nur für die gleichbleibende Wasserführung bei unveränderlichem benetztem Umfang, so erhält man andre Resultate. An die Formel (sie wird auch das Schleppkraftgesetz genannt) geknüpfte „theoretische Betrachtungen" u. s. w. wollen in [2] nachgelesen werden.

Literatur: [1] Boys, P. du, Ann. d. ponts et chauss. 1879, II, S. 151—153. — [2] Handb. d. Ingenieurwissensch., 4. Aufl., Leipzig 1907, 3. Teil, der Wasserbau, Bd. 6, 1. Lief., S. 11 ff. *Lueger.*

Schleppschiene, s. Kraftübertragung im Bergbau, Bd. 5, S. 657.

Schleppzange, -ziehbank, s. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 24, Fig. 14, und Rohrherstellung, Bd. 7, S. 473, Fig. 19.

Schleuderapparat, -maschine, -vorrichtung, s. Zentrifugen.

Schleudergebläse (Ventilatoren, Zentrifugalventilatoren), Gebläse (s. Bd. 4, S. 327), welche die Luft vermöge der ihr durch die mit großer Geschwindigkeit umlaufenden Flügel oder Schaufeln des Gebläses erteilten Fliehkraft fortschleudern.

Durch die Bewegung der Luft wird eine Verminderung des Drucks derselben beim Eintritt in das Flügel- oder Schaufelrad in bezug auf die umgebende bezw. die den Ventilator verlassende Luft erzeugt. Dieser Spannungsunterschied heißt bei saugenden Ventilatoren Depression, bei blasenden Ueberdruck oder Pressung. Beide Werte werden von der

atmofphärifchen Spannung aus (abwärts oder aufwärts) gemeffen und meiftens in Millimetern Wafferfäule ausgedrückt. Die zur Bewegung der Luft dienenden Schaufel-, Flügel- oder Schleuderräder faugen die Luft entweder einfeitig oder beiderfeitig in der Mitte axial ein und fchleudern fie an der Peripherie radial oder nahezu radial wieder aus. Sie find entweder in einem gemauerten oder in einem eifernen Gehäufe angeordnet, welches bei den älteren Ausführungen das Rad bis auf einen zum Austritt der Luft dienenden Ausblafehals dicht umfchließt, bei den neueren Syftemen aber vorteilhaft mit einem fich allmählich erweiternden ringförmigen Raum, dem Diffufor oder Verteiler, ausgerüftet ift, in welchem die Gefchwindigkeit der Luft allmählich gegen das Ausblaferohr hin verringert wird, wodurch eine Umfetzung der Gefchwindigkeit in Druck, d. h. eine Verwandlung der kinetifchen in potentielle Energie, ftattfindet. — Nach der Leiftungsfähigkeit der Schleudergebläfe hat man zwei Hauptklaffen zu unterfcheiden: folche, welche mit verhältnismäßig geringer Spannungsänderung große Luftmengen fördern und folche, welche bei verhältnismäßig geringer Luftmenge eine große Spannungsänderung bewirken. Die erfteren haben größere Abmeffung und geringere Tourenzahl, die letzteren kleinere Durchmeffer bei großer Tourenzahl. Zur Beurteilung des Gütegrades eines Ventilators hat man feinen mafchinellen und feinen manometrifchen Wirkungsgrad zu berückfichtigen. Der erftere ift das Verhältnis der zur Bewegung einer beftimmten Luftmenge und Erzeugung einer beftimmten Depreffion oder Preffung theoretifch erforderlichen Arbeit zu der auf die Ventilatorwelle von der Antriebsmafchine abgegebenen, alfo wirklich vom Ventilator verbrauchten Arbeit. Der letztere gibt die Beziehung der vom Ventilator erzeugten, mittels eines Manometers (f. Bd. 6, S. 296, Fig. 6) gemeffenen Spannungsänderung (Depreffion oder Preffung) zu der theoretifchen, der Umfangsgefchwindigkeit des Ventilators entfprechenden Maximalpreffung oder -depreffion. Für Zwecke der Grubenlüftung in Bergwerken werden in neuerer Zeit meiftens faugende Ventilatoren angewendet, welche Depreffionen von etwa 80 bis 160 mm Waffersäule (feltener mehr) erzeugen. Für die Lüftung von Gebäuden werden höchftens Spannungsunterfchiede von 10 bis 20 mm benötigt, während die (blafend wirkenden) Schleudergebläfe für Schmiedefeuer 100—200 mm, für Schmelzöfen fogar 200—400 mm Spannung erzeugen müffen. Die für die letzteren Zwecke dienenden Ventilatoren werden daher auch wohl Hochdruckventilatoren genannt. — Bezüglich der Schaufelform unterfcheidet man Ventilatoren mit geraden und gekrümmten Schaufeln und werden die letzteren fowohl nach rückwärts (konkav) als auch nach vorwärts (konvex nach der Bewegungsrichtung zu) gebogen [1].

Eine der einfachften und älteften Ventilatorkonftruktionen ift diejenige von **Lloyd** (Fig. 1 und 2). Die Flügel *A* find nach rückwärts gekrümmt und beiderfeits durch Blechmäntel *B* abgefchloffen. Die Luft tritt in axialer Richtung ein und in etwa tangentialer Richtung zunächft in das umgebende Gehäufe und aus diefem durch den Ausblafeftutzen aus. Dieles Gebläfe findet noch gegenwärtig häufig Anwendung zur Ventilation und zum Betriebe von Schmiedefeuern und wird in Größen von etwa 0,3—1,5 m Durchmeffer für Luftmengen von 10 bis 700 cbm in der Minute ausgeführt; es macht bis zu 3000 Umdrehungen in der Minute bei den kleinften Nummern. Ganz ähnlich gebaut ift der Ventilator von Farcot [2], nur hat derfelbe eine größere Anzahl nach vorwärts gekrümmter Schaufeln. In der Flügelform mit dem Farcotfchen Ventilator gewiffe Aehnlichkeit zeigt der Ventilator von Fink, bei dem die Krümmung der Schaufeln jedoch noch ftärker und nach einer archimedifchen Spirale erfolgt ift. Derfelbe hat fich indeffen nicht bewährt, da feine durch die ftark gekrümmte Schaufelform bedingte Tourenzahl wefentlich höher ift als jene bei andern Ventilatoren gleicher Größe und Leiftungsfähigkeit.

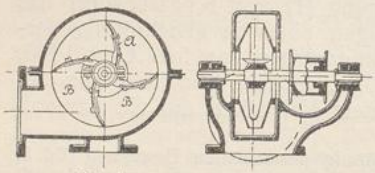


Fig. 1. Fig. 2.

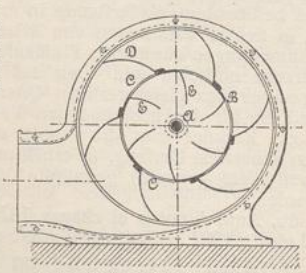


Fig. 3.

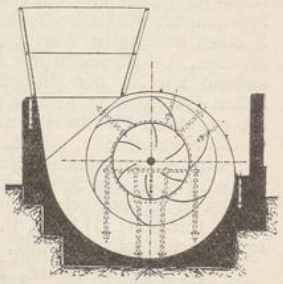


Fig. 4.

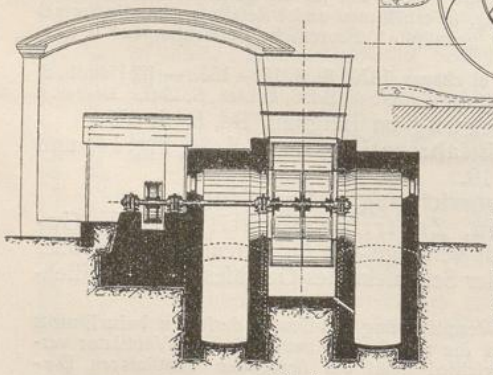


Fig. 5.

Die weitaus größte Anwendung finden die Schleudergebläfe zur Wetterverforgung der Gruben in Bergwerken. Für diefen Zweck find am meiften die Ventilatoren von Capell, Davidfon, Geisler, Guibal, Kley, Mortier, Pelzer, Rateau und Schiele in Gebrauch.

Der **Capellfche Ventilator** [3] (Fig. 3 und 4) befitzt eine auf der Achfe *A* befeftigte zylindrifche Trommel *B* mit einer Anzahl von

Löchern *C* zum Durchſtrömen der Luft aus dem Innern der Trommel, in welche die Luft einſtrömt, in den äußeren Radmantel. An beiden Seiten des Trommelmantels ſind gekrümmte Schaufeln *E*, *D* befeſtigt. Das Gehäuſe umſchließt entweder, wie bei der kleinen Ausführung nach Fig. 3, das Rad allſeitig mit gleichem Abſtand oder bildet, wie bei der größeren Ausführung (für Grubenventilatoren) nach Fig. 4 mit dem Rad einen nach dem Ausblaſeſchlot hin allmählich erweiterten Raum, den ſogenannten Diffuſor. Eigentümlich für den Capell-Ventilator iſt einmal die ſtarke Krümmung der Schaufeln nach rückwärts und dann der ſehr ſtark nach der Austrittsöffnung hin erweiterte Ausblaſeſchlot. Der Capellſche Ventilator wird faſt nur doppelſeitig ſaugend ausgeführt, und Fig. 5 zeigt den Quer-

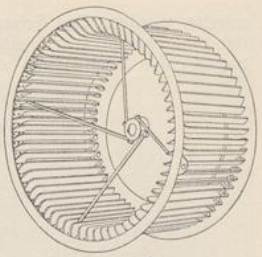


Fig. 6.

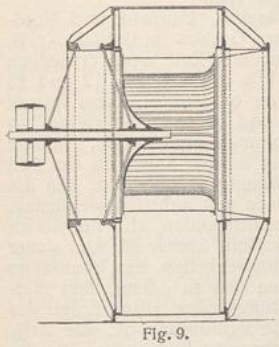


Fig. 9.

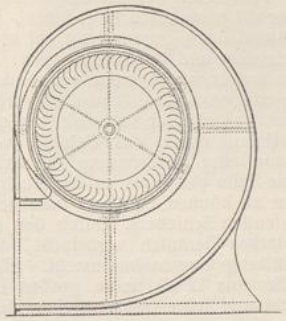


Fig. 8.

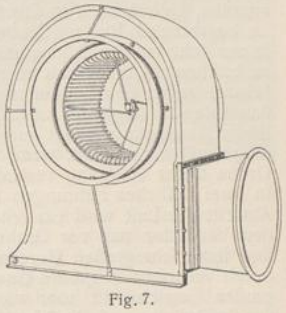


Fig. 7.

ſchnitt durch den Einbau mit doppelſeitigem Saugkanal. Der Capellſche Ventilator iſt ſowohl in England und Belgien als auch in Deutſchland als Grubenventilator ſehr häufig zur Anwendung gekommen, ſo in Weſtfalen auf den Zechen Königin Eliſabeth, Dahlbuſch Nr. 3 und 4, Zeche Proſper, Zeche Achenbach u. a. Die Durchmeſſer ſchwanken zwiſchen 2,5 und 4,25 m bei 1,6 bis 1,8 m Breite, 250—300 minutlichen Umdrehungen. Der größte von ihm erreichte manometriſche Wirkungsgrad betrug 83 %, der größte maſchinelle Wirkungsgrad 89 %.

Der „Sirocco"-Ventilator von **Davidſon** [4] (Fig. 6—9) beſitzt ein Schaufelrad mit einer großen Anzahl nach vorwärts gekrümmter Schaufeln. Das Flügelrad läuft völlig frei im Innern des in bekannter Weiſe von der engſten nach der weiteſten Stelle ſpiralförmig verlaufenden Gehäuſes von rechteckigem Querſchnitt und iſt freitragend auf einer einſeitig aus dem Gehäuſe herausragenden Welle befeſtigt. In Fig. 6 iſt das Schaufelrad abgebildet, während Fig. 7 den Einbau desſelben im Gehäuſe und Fig. 8 und 9 die Schnitte durch den Ventilator und das Gehäuſe zeigen. Die beſondere Eigenart dieſes Ventilators beſteht in der Form und Anordnung der Flügel oder Schaufeln. Die radiale Tiefe derſelben beträgt bei allen Größen nur ein Sechzehntel des Durchmeſſers des Ventilators, die axiale Länge derſelben drei Fünftel des Durchmeſſers und die Schaufelzahl bei allen Größen 64, durch welche Abmeſſungen erfahrungsgemäß die beſten Reſultate erzielt worden ſind. Die Austritts- und Eintrittsöffnungen des Ventilators ſind von gleichem Querſchnitt, um den Durchgang der Luft möglichſt zu erleichtern. Der Ventilator wird in Größen von $7\frac{1}{2}''$ (191 mm) bis 6′ (ca. 2 m) zur Ausführung gebracht und ſowohl zu Lüftungszwecken für Gebäude und auch für Bergwerke, als auch, beſonders in der engliſchen Marine, zur Erzeugung des künſtlichen Zuges für Schiffsdampfkeſſel angewendet. Er eignet ſich beſonders für die Beſchaffung großer Luftmengen bei nicht ſehr hohen Drücken (30—50 mm Waſſerſäule im Maximum). Auch für Lüftungszwecke auf Kriegsſchiffen hat er ſowohl in der engliſchen als auch in der deutſchen Kriegsmarine Anwendung gefunden. In neueſter Zeit iſt derſelbe auch in England vielfach zur Grubenlüftung in Anwendung gekommen. Bei einer Ausführung beträgt der Durchmeſſer des Ventilators 154″ (3,95 m), der Durchmeſſer der Welle 22″ (ca. 55 cm), die minutliche Luftmenge $\frac{1}{2}$ Million Kubikfuß (ca. 14 100 cbm), die Preſſung 6″ (ca. 150 mm) Waſſerſäule und der mechaniſche Wirkungsgrad 70 %.

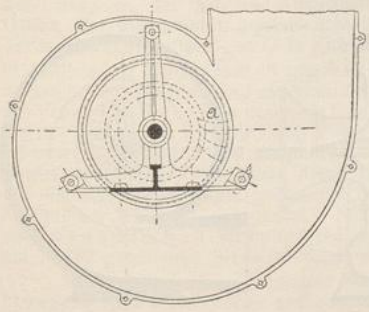


Fig. 10.

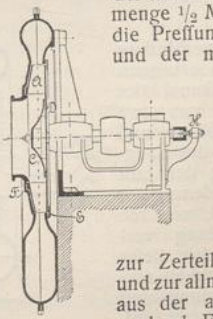


Fig. 11.

Der **Geisleriſche Ventilator** iſt ein einſeitig ſaugender, auf einer doppelt gelagerten freitragenden Welle befeſtigter Ventilator mit innen ſchwach nach vorwärts gekrümmten, außen radial auslaufenden Schaufeln *A* (Fig. 10 und 11). Ein am Schaufelrad *D* befeſtigter Konus *C* dient zur Zerteilung der herbeiſtrömenden Luft und zur allmählichen ſtoßfreien Ueberführung aus der axialen in die radiale Richtung, wodurch Effektverluſte beim Anſaugen ver-

mieden werden. Das Schaufelrad *D* ift als Vollfcheibe aus Eifenblech hergeftellt und wird von der Seite her in das Gehäufe eingefetzt. Durch zwei Ringe *E* und *F* mit beiderfeits fauber abgedrehten Flächen, die am inneren und äußeren Radumfang anliegen, findet eine nahezu vollkommene Abdichtung des Rades gegen die Außenluft ftatt; außerdem kann durch eine Stellvorrichtung *H* das Rad beliebig dicht an das Gehäufe herangebracht werden. Der das Rad umgebende Diffufor oder Verteiler hat keinen kreisförmigen Querfchnitt, fondern erweitert fich nach der Ausflußöffnung hin allmählich in radialer Richtung. Verfuche mit einem Geislerfchen Grubenventilator von 3,5 m Durchmeffer f. [5]. Es wurde dabei eine Leiftung von 3000 cbm bereits bei einer Depreffion von 45 mm erreicht und die Leiftung durch höhere Tourenzahl bis auf das $^4/_3$fache gebracht.

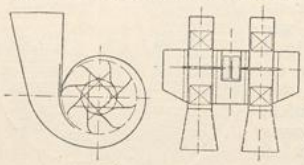


Fig. 12 und 13.

Der **Guibalfche Ventilator** ift namentlich in Belgien, Frankreich, England und Nordamerika, jedoch auch in Deutfchland noch gegenwärtig auf manchen Gruben im Betriebe, z. B. im Saarbrücker Revier (Grube Heinitz) und in Oberfchlefien; in neuerer Zeit wird er jedoch feiner fehr großen Abmeffungen wegen nicht mehr verwendet. Wie aus den Fig. 12 und 13 zu erfehen, ift diefer mit einer geringen Anzahl fchwach gekrümmter oder unter einem fpitzen Winkel gegen den Radumfang fchräg geftellter Schaufeln verfehen und bis auf eine kleine, am Ausblafehals liegende Austrittsöffnung durch das Gehäufe vollkommen umfchloffen. Infolge diefer Anordnung findet nur dann eine Ausftrömung der axial auf beiden Seiten in das Rad eingefaugten Luft ftatt, wenn eine Zelle des Rads an der Austrittsöffnung vorübergeht. Um die Größe diefer Oeffnung verändern zu können, bedient man fich eines von außen beweglichen, in zwei feitlichen Führungen laufenden Schiebers. Durch den intermittierenden, alfo ftoßweifen Austritt der Luft wird ein fehr ftarkes Geräufch verurfacht, das weithin hörbar ift und daher den Ventilator nur zur Grubenlüftung verwendbar macht. Eigentümlichkeiten des Ventilators find feine fehr großen Durchmeffer (bis 12 m), feine großen Breiten (bis zu 3,5 m), fein hierdurch verurfachtes großes Gewicht und feine beträchtlichen Herftellungskoften. Eine Folge des großen Gewichts ift aber wieder feine hierdurch verurfachte große Reibungsarbeit, die 20% und mehr der auf die Ventilatorswelle übertragenen Leiftung verbraucht. Verfuche, die im Jahr 1887 auf Grube Heinitz bei Saarbrücken mit einem Guibal-Ventilator von 11 m Durchmeffer und 3 m Breite angeftellt wurden, f. [6]. Der mittlere dynamifche Wirkungsgrad, d. h. das Verhältnis der Ventilatorleiftung zur Dampfmafchinenleiftung, betrug nach denfelben 66%, der mittlere manometrifche Wirkungsgrad 71,5%.

Bei dem **Kleyfchen Ventilator**, der gerade Schaufeln und einen Diffufor befitzt, wird die einftrömende Luft durch einen fpiralförmigen Einlauf derart den beiden zentralen Einftrömungsöffnungen zugeleitet, daß fie in einer Richtung und mit einer Gefchwindigkeit am Flügelrad ankommt, die ihren Eintritt in das Rad ohne Stoß und ohne Kraftverluft ermöglicht. Näheres f. [7].

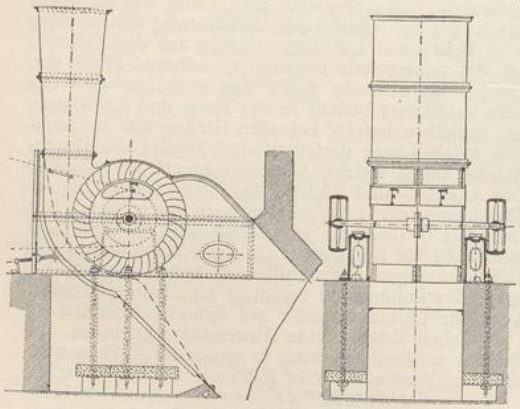


Fig. 14 und 15.

Seit einigen Jahren ift in Deutfchland der **Ventilator von Mortier** eingeführt. Die Luft ftrömt fenkrecht zur Achfe an einer Stelle des Radumfangs in das Rad, geht hierauf durch das Rad hindurch und verläßt an einer, der Einftrömftelle etwa gegenüberliegenden Stelle das Rad wieder mit größerer Gefchwindigkeit, die hierauf in dem nach oben hin fich allmählich erweiternden Ausblaferohr verlangfamt wird. Eine weitere Eigentümlichkeit liegt in dem Einbau zweier linfenförmig konftruierter Füllftücke *F* über der Welle des Ventilators, die einen Abfchluß des inneren Ventilatorraums gegen das Rad bezwecken und ein Entweichen von Luft aus dem Innern lotrecht nach oben verhindern follen. Wie die Fig. 14 und 15 erkennen laffen, fchließt der Zuführungskanal des Ventilators unter einem Winkel von etwa 45° an den Wetterausziehfchacht an und findet, da das Rad die Breite des Saugkanals hat, keine Einfchnürung der Luft und keine Bewegungsrichtungsänderung vor dem Einftrömen in das Rad ftatt, wodurch Effektverlufte durch Winkelbildung vermieden werden. Als Hauptvorzüge diefes Ventilators find die große Einfachheit und Betriebsficherheit, bequeme Wartung und Zugänglichkeit zu bezeichnen. Näheres f. [8].

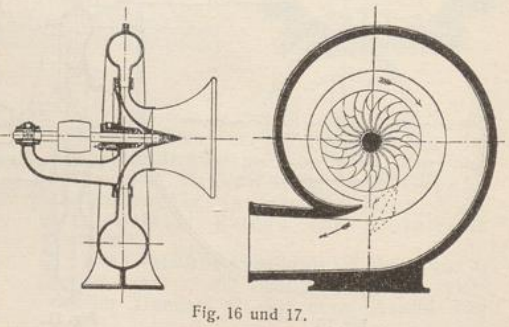


Fig. 16 und 17.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der **Ventilator von Pelzer** besitzt zwei Eigentümlichkeiten: 1. Die Anordnung sogenannter Schöpfschaufeln; 2. die Anwendung eines verstellbaren Diffusors. Die ersteren haben den Zweck, die in axialer Richtung zuströmende Luft möglichst ohne Stoß und Effektverlust den eigentlichen Ventilatorschaufeln zuzuführen. Der Diffusor besteht in einer kegel- oder trichterförmigen Wand, die den Ventilator an der der Lufteinströmungsrichtung entgegengesetzten Seite umgibt und dem Ventilator mehr oder weniger genähert werden kann. Zugleich mit der den Ventilator umgebenden Ummauerung bildet der verstellbare Diffusor einen ringförmigen, ringsum offenen Kanal, durch den die vom Ventilator ausgeschleuderte Luft ins Freie strömt. Näheres s. [9].

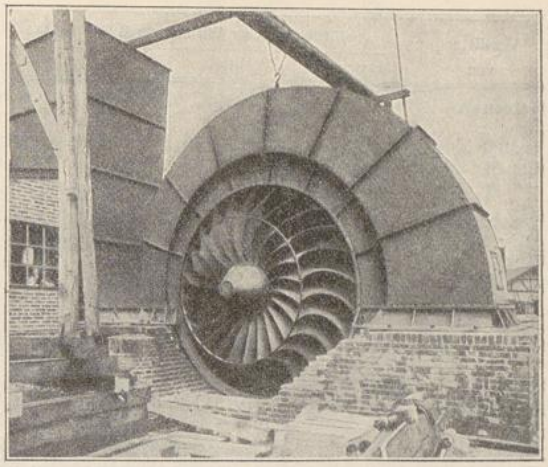


Fig. 18.

Der **Rateau-Ventilator** (Fig. 16 und 17) hat sowohl bezüglich seiner einseitigen Luftzuführung als auch hinsichtlich der Schaufelauslaufrichtung einige Aehnlichkeit mit dem Geislerschen Ventilator. Im Gegensatz zu letzterem sind jedoch die Schaufeln doppelt gekrümmt und nach Art einer Schraubenfläche gestaltet, wie es aus Fig. 18 noch deutlicher zu ersehen ist, wo auch der Diffusor und der Einbau des Ventilators abgebildet ist. Auch der Diffusor ist wesentlich anders als bei dem vorgenannten Gebläse, da dieser zunächst aus einem Ring mit nahezu parallelen Seitenflächen besteht, an welchen sich erst der ringförmige Umlauf von allmählich zunehmendem kreisförmigem Querschnitt anschließt. Der Rateausche Ventilator gehört sowohl wegen seines hohen manometrischen als auch seines sehr guten maschinellen Wirkungsgrades zu den besten der gegenwärtig gebräuchlichen Ventilatoren. Er erzeugt bei verhältnismäßig kleinen Tourenzahlen starke Depressionen und eignet sich daher besonders für enge und schwer zu ventilierende Gruben. Näheres s. [10].

Eine der wichtigsten Neuerungen auf dem Gebiete der Anwendung der Ventilatoren ist die Erzeugung der Gebläseluft für hüttenmännische Zwecke (Hochöfen, Stahlwerke) durch sehr rasch laufende Ventilatoren, sogenannte **Turbokompressoren**. Die erste Anregung hierzu und die ersten, mit bestem Erfolg durchgeführten Versuche stammen von Rateau. Während bei den älteren Ventilatorensystemen für Grubenlüftungs- und andre Zwecke bis dahin nur Drücke von ca. 300—400 mm Wassersäule erzielt werden konnten, erreichte Rateau bereits mit der ersten Versuchsmaschine seines Turboventilators einen Maximaldruck von 5800 mm (5,8 m) Wassersäule. Erreicht wurde dieser außerordentliche Effekt neben der besonderen Ausbildung des Ventilators durch die direkte Verbindung desselben mit rasch laufenden Dampfturbinen von 15000—20000 Umdrehungen in der Minute. Bei seinen Versuchen vom 24./25. Juli 1900 [11] erzielte Rateau bei 20200 Touren eine Pressung von 5,7 m Wassersäule bei einer Luftmenge von 0,656 cbm/sec und einem Gesamtwirkungsgrad von 30,7 %. Bei Versuchen im Jahre 1902 wurde von einem Flügelrad von 0,25 m Durchmesser bei 21000 Touren ein Druck von 5,1 m und eine Luftmenge von 0,75 cbm erreicht. Bei einem Hochofen-Turbokompressor von Riedler-Stumpf [12] betrug die sekundliche Luftmenge 20,75 cbm, die erzeugte Pressung 2,5 m Wassersäule, also die reine Ventilatorleistung $N = 20{,}75 \cdot 2500 : 75 = 692$ PS. Die Anwendung der Turbokompressoren für Hüttenwerke als Hochofen- und Stahlwerksgebläse sowie als Luftkompressoren nimmt mit der zunehmenden Anwendung der Dampfturbinen an Ausdehnung zu und ist namentlich der Raumbedarf dieser Anlagen wesentlich geringer als derjenige der Zylindergebläsemaschinenanlagen.

Die Theorie der Ventilatoren gibt die Grundlage für den richtigen Bau der Flügelräder, der Diffusoren, der Ein- und Austrittsöffnung. Die Beziehungen zwischen dem Widerstand einer Grube, der sogenannten äquivalenten Grubenweite A, der in der Sekunde durch dieselbe hindurchgehenden Luftmengen Q in Kubikmetern und der erforderlichen Pressung oder Depression H in Millimetern Wassersäule ist gegeben durch die Grundgleichung $A = 0{,}38\, Q : \sqrt{H}$ in Quadratmetern; der Zusammenhang zwischen der erzeugten Depression und der Umfangsgeschwindigkeit u des Ventilators ist gegeben durch die Gleichung $H_0 = u^2 \cdot \gamma : g \cdot \gamma_0$ in Metern Wassersäule (theoretisch), worin γ und γ_0 die Gewichte von 1 cbm Luft und Wasser bedeuten, effektiv durch die Gleichung $H_e = k \cdot H_0$, worin k den manometrischen Wirkungsgrad bezeichnet. Für die Berechnung der Betriebskraft eines Ventilators dient die Gleichung $N = Q \cdot H_e : 75$ in Pferdestärken, worin Q die sekundlich angesaugte Luftmenge in Kubikmetern und H_e die Pressung oder Depression in Millimetern Wassersäule bedeutet. Für den manometrischen und den mechanischen oder dynamischen Wirkungsgrad sind u. a. bei Vergleichsversuchen [13] die in der Tabelle auf S. 720 gegebenen Werte ermittelt worden.

Theoretische Untersuchungen über die Konstruktionsverhältnisse, Wirkungsgrade, Luftbewegung und verschiedene andre wichtige, die Schleudergebläse betreffende Fragen s. in [14].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ventilator von	Manometriſcher Wirkungsgrad			Mechaniſcher Wirkungsgrad		
	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum
Rateau . .	0,907	0,814	0,673	0,839	0,608	0,350
Ser . . .	0,734	0,550	0,345	0,674	0,470	0,384
Guibal . .	0,694	0,627	0,539	0,608	0,513	0,399
Capell . .	0,534	0,513	0,491	0,739	0,605	0,447

Literatur: [1] Ueber die Theorie der Schaufelform, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 576 ff.; Weisbach-Herrmann, Ingenieurmechanik, Bd. 3, 2. Abt.; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 684. — [2] v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 355, Fig. 372—374. — [3] Capell, George M., Pattenham (England), D.R.P. Nr. 25273 (1883), ausgeführt von R. W. Dinnendahl, Kunſtwerkerhütte bei Steele a. d. Ruhr. — [4] Davidſon, S. C., D.R.P. Nr. 116231 (1900), ausgeführt von Sirocco-Engineering-Works in Belfaſt (Irland), in Deutſchland von White, Child & Benney in Berlin; Zeitſchr. für Berg-, Hütten- und Salinenweſen 1902, Heft 1; Engineer 1901, 21, 6; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 435—452; Zeitſchr. d. Ing. 1905, S. 1992, 2045. — [5] Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenw. 1887, S. 72 ff., und v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 391. — [6] Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenw. 1888, S. 671; Rev. des mines 1903, S. 219. — [7] D.R.P. Nr. 20314; v. Hauer, Wettermaſchinen, Leipzig 1889, S. 99, 101 ff.; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 374; Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenw. 1887, S. 14. — [8] „Glückauf“ 1896, Nr. 12; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 963, 1226. — [9] v. Hauer, Wettermaſchinen, S. 108; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 379. — [10] Compt. rendus de la soc. minérale 1889, S. 140 ff.; Rev. des mines 1891, S. 226; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 403. — [11] Ventil. et Pomp. centrif. pour hautes pressions par turbines à vapeur etc. par A. Rateau, Bulletin de la Société de l'Ind. min. 1902, 4. Serie. — [12] „Stahl und Eiſen“ 1905, S. 271; „Glückauf“ 1905, S. 18. — [13] Publ. de la Société des Ingen. etc. du Hainant, Bd. 2; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., S. 465. — [14] Theoretiſches, ſ. Murgue, Ueber Grubenventilatoren, Leipzig 1884; v. Hauer, Wettermaſchinen; Weisbach-Herrmann, Ingenieurmechanik, 3. Teil, 2. Abt., 2. Aufl., Braunſchweig 1880, § 205—209; Lindner, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 576; Rateau, Compt. rendus de la soc. minérale 1889, S. 173 ff.; Herrmann, Graphiſche Theorie der Turbinen und Kreispumpen, Berlin 1887; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., 2. Teil, S. 519 f.

v. Ihering.

Schleudermühlen, Bezeichnung für diejenigen Zerkleinerungsmaſchinen, bei denen das zu zerkleinernde Gut mit großer Geſchwindigkeit gegen feſtſtehende Wände (in der Regel mit Rippen) oder rotierende Stiftenkörbe geſchleudert wird. Die Geſchwindigkeit erteilt man dem zu zerkleinernden Gut durch rotierende mit radialen Leiſten oder am Umfang mit Stiften beſetzte Scheiben.

A. Widmaier.

Schleuderthermometer, in einfachſter Form ein Thermometer, das, an dem einen Ende einer Schnur befeſtigt, mittels dieſer im Kreiſe herumgeſchleudert wird, um durch möglichſt innige Berührung mit der Luft deren Temperatur tunlichſt genau zu beſtimmen; in komplizierterer Ausführung verſchiedene Mechanismen, um ſolche Rotation des Thermometers herbeizuführen, wobei auch durch Schirme zum Schutz gegen die Sonnenſtrahlung und Niederſchläge geſorgt werden kann. — Die gleiche Einrichtung hat das Schleuderpſychrometer, in dem gleichzeitig das trockene wie das mit angefeuchteter Kugel verſehene „naſſe“ Thermometer geſchleudert werden. — Zur genauen Beſtimmung der Lufttemperatur und ihrer Feuchtigkeit bietet gegenüber dieſen Schleudervorrichtungen das Aſpirationspſychrometer von Aßmann große Vorzüge.

Literatur: Aßmann, Das Schleuderpſychrometer, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſchaft f. Meteorol., Bd. 19, 1884; Schubert, Ein Schleuderthermometer und Pſychrometer, Meteorol. Zeitſchr., Bd. 14, 1897; Sresnewsky, Geſchütztes Schleuderthermometer, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde, Bd. 7; Aßmann, Das Aſpirationspſychrometer, Abhandlungen des Kgl. Preuß. Meteorol. Inſtituts, Bd. 1, Nr. 5, Berlin 1891.

Großmann.

Schleuſe, im allgemeinſten Sinne jede bewegliche Abſperrwand oder ſonſtige Bauanlage, welche den Abfluß eines höher ſtehenden Waſſers mehr oder minder vollſtändig verhindert und die im Bedarfsfalle beſeitigt bezw. geöffnet werden kann, um den Abfluß oder den Uebergang freizugeben.

Soll ſie vorzugsweiſe als Stauanlage (ſ. d.) dienen, ſo hat man eine Staufchleuſe, ein Schleuſenwehr (ſ. d.) oder Schützenwehr vor ſich; von gleicher Konſtruktion ſind Ablaßſchleuſe (ſ. Grundablaß), Einlaßſchleuſe (ſ. d.), Spülſchleuſe. An Waſſerſtraßen und Schiffahrtskanälen ſind die Schleuſen ſpeziell Schiffs- oder Floßdurchläſſe, Kammerſchleuſen und ſonſtige Schiffshebewerke; ſo heißt z. B. die ſchiefe Ebene am Potomac bei Waſhington (Nordamerika) für den Schiffsverkehr nach dem Cheaſepeak-Ohiokanal nach ihrem Begründer die Dodgeſchleuſe (ſ. Seilebenen). Ueber Drempel, Schleuſenboden, -gefälle, -haupt, -wand ſ. Kammerſchleuſe; über Klapptor u. ſ. w. ſ. Schleuſentor; über Schleuſentreppe ſ. Schiffahrtskanäle und Kuppelſchleuſe. — Vgl. a. Kanaliſierung der Flüſſe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schleuſentor, eine Verſchlußvorrichtung für ein Schleuſenhaupt (ſ. Kammerſchleuſe).

Dasſelbe muß dem in Betracht kommenden ſtärkſten Waſſerdruck widerſtehen, eine genügende Dichtigkeit gegen Waſſerverluſte beſitzen und leicht zu bewegen ſein. Der Konſtruktion nach unterſcheidet man:

1. Einflügelige, um eine vertikale Achſe drehbare Tore. Dieſe haben den Vorteil, daß ſie ſehr einfach ſind und die Torbewegung nur von einer Seite der Schleuſe erfolgt; ſie finden aber nur Anwendung an kleineren Schleuſen von 4—5 m Breite und bis zu 2 m Gefälle.

2. Zweiflügelige Tore, auch Stemmtore genannt (Fig. 1 und 5). Sie beſtehen aus zwei um vertikale Achſen drehbaren Torflügeln, die ſich unter einem ſtumpfen Winkel gegeneinander ſtemmen; die Schräge des Drempelvorſprunges, die Drempelhöhe s (Fig. 4), an welche die beiden Torflügel anſchlagen, wird am beſten zwiſchen einem Fünftel und einem Sechſtel der lichten Weite des Schleuſenhauptes, bezw. der Wert von $\operatorname{tg}\varphi$ zwiſchen 0,4 und 0,3 gewählt. Stemmtore finden vielfache Anwendung und eignen ſich beſonders für Schleuſen mittlerer Größe.

3. Fächertore (Fig. 6) ſind eigentlich Stemmtore, bei welchen jeder der beiden Flügel mit einem etwas breiteren Nebenflügel verbunden iſt, wodurch das Tor bei jedem Innen- oder Außenwaſſerdruck zu öffnen oder zu ſchließen iſt. Das Fächertor eignet ſich gleichzeitig auch zur Spülung des Vorhafens der Schleuſen. Fächertore finden nur ſelten Anwendung. Bekannte Ausführungen in Deutſchland ſind die Fächertore an der Schleuſe im alten Hafenbaſſin in Bremen und an der Kammerſchleuſe in Rendsburg.

4. Klapptore ſind einflügelige Tore mit wagerechter, am Torkammerboden angebrachter Drehachſe. Durch Niederlegen der Klappe in den zu dieſem Zwecke entſprechend vertieften Torkammerboden wird das Oeffnen und umgekehrt das Schließen bewirkt. Die Anwendung der Klapptore iſt gewöhnlich nur auf die Oberhäupter der Schleuſe beſchränkt; für die tiefer liegenden Unterhäupter eignen ſich dieſe Tore weniger, weil ſie wegen der dann größeren Höhe eine Verlängerung der Torkammer erfordern. In neuerer Zeit fanden Klapptore Verwendung am Oder-Spreekanal [3], am Elbe-Travekanal [5], bei der Kanaliſierung der Moldau und bei der Kaiſerbadſchleuſe im Wiener Donaukanal.

5. Schiebetore ſind einflügelige Tore, die mit den Schleuſenhäuptern nicht drehbar verbunden ſind, ſondern ſenkrecht zur Schleuſenachſe bewegt werden, wobei das Tor entweder auf einer in der Torkammer liegenden Bahn rollt oder mittels Laufrollen auf einer oberhalb befindlichen Schienenbahn aufgehängt iſt. Schiebetore haben den Vorteil, daß ſie nach beiden Seiten wirken, die Länge des Schleuſenhauptes verkürzen und auch eine Bewegung des Tores bei durchgehender Strömung noch geſtatten; ſie eignen ſich beſonders für breite Schleuſen, für Ebbe- und Fluttore. Bekannte Ausführungen ſind zu Hamburg, an der Kaiſerſchleuſe in Bremerhaven und im Verbindungskanal von Oſtende nach Brügge.

6. Schwimmtore ſind frei ſchwimmende Pontons, die ſich namentlich bei großen Waſſerdrücken gut bewähren. Der Innenraum der Pontons iſt gewöhnlich in mehrere waſſerdichte Räume geteilt, die als Luft- oder Ballaſträume dienen. Die Pontons werden ſchwimmend an die Verſchlußſtelle gebracht und durch Aufnahme von Waſſerballaſt auf den Grund geſenkt. Die Handhabung der Schwimmtore iſt ſehr umſtändlich, und daher kommen ſie für Kammerſchleuſen weniger in Betracht; dagegen eignen ſie ſich ſehr gut für Dockſchleuſen und Trockendocks. Manchmal werden die Pontons auch als mit den Kammerwänden der Schleuſen in Verbindung ſtehende Drehtore, ſogenannte Drehpontons, ausgebildet und haben dann wie die einzelnen Flügel der Stemmtore oben einen Halszapfen und unten einen Tragzapfen. Ein ſolches Drehponton größerer Konſtruktion iſt an der Schleuſe zu Tancarville am Kanal von Havre ausgeführt, ein in der Konſtruktion einfacheres beim Dock zu Dundee.

7. Hubtore ſind einflügelige Tore, die beim Oeffnen über den Waſſerſpiegel gehoben werden. Ihr Gewicht iſt zum Zwecke der leichteren Hebung durch Gegengewichte ausgeglichen. Eine neuere Anwendung dieſer Tore iſt das Hubtor an der Schleuſe zu Machnov am Teltowkanal.

Hinſichtlich des zu den Toren verwendeten Materials unterſcheidet man: Tore vollſtändig aus Holz oder aus Eiſengerippe mit Holzbekleidung oder vollſtändig aus Eiſen. Hölzerne Tore werden nur bei kleineren Schleuſen verwendet, denn je größer das Tor, deſto weniger iſt das Holz

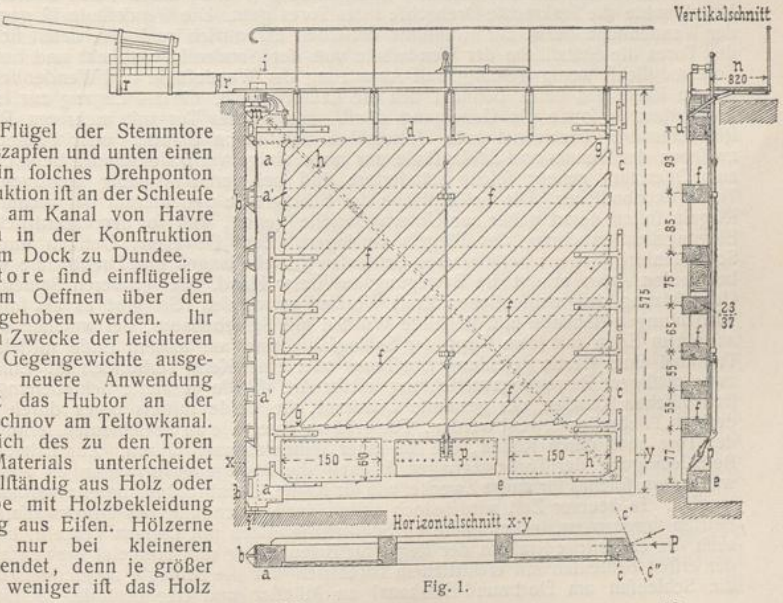


Fig. 1.

hierzu als Bauſtoff geeignet. Es werden daher in neuerer Zeit alle größeren Tore ganz aus Eiſen hergeſtellt. Für Holztore iſt aus konſtruktiven Gründen die Krümmung des Querſchnitts zu vermeiden, während bei eiſernen Stemmtoren die gekrümmte Querſchnittsform, und zwar die Krümmung an der Außenſeite als die theoretiſch günſtigſte Form vielfach Anwendung findet (ſ. Fig. 5).

Die Benennung der einzelnen Teile eines Flügels bei Stemmtoren iſt bei hölzernen und eiſernen Toren gleich. In Fig. 1 iſt ein hölzernes Stemmtor dargeſtellt; die wichtigſten Teile daran ſind: *a* die Wendeſäule, die hier mit den eiſernen Stützwinkeln *a'*, ſonſt aber mit ihrer halben Holzrundung ſich gegen die Wendeniſche *b* ſtützt; die Wendeſäule iſt derjenige Teil, der die ſenkrechte Drehachſe des Tores enthält und an dem alle andern Teile des Tores ſich hängend oder ſtützend anſetzen; *c* die Schlagſäule, deren Schlagfläche *c' c''* (bei geſchloſſenem Tore) in der vertikalen Mittelebene der Schleuſe liegt; *d* der Oberrahm (oberes Rahmenſtück) oder Obertramen; *e* der Unterrahm, auch Untertramen, Schwellrahmen oder Schlagſchwelle genannt; *d* und *e* heißen auch Rahmhölzer; *f f* ſind die Riegel (Zwiſchenriegel); das Zugband *h* (oder eine Strebe in der Diagonale *g g*) dient gegen das Herabhängen oder Ausſacken des Tores. Die Wendeſäule trägt am oberen Ende den ſogenannten Halszapfen *m* (Fig. 3) und am unteren Ende eine abwärts gekehrte Spurpfanne *k* (Fig. 2), durch deren übereinander liegende Mittelpunkte die ſenkrechte Drehachſe *i* des Tores geht. Die Wendeſäule iſt gegen die Rundung der Wendeniſche bezw. zur Mittellinie derſelben exzentriſch zu legen, damit ſich beim Oeffnen des Tores die Stützfläche der Wendeſäule von der Wendeniſche abhebt und beim Bewegen der Tore möglichſt wenig Reibung und Abnutzung der Wendeſäule und Wendeniſche entſteht. Am oberen Rand des Tores befindet ſich die Laufbrücke *n*, die als Zugang zur Handhabung der Torſchützen *p* ſowie als Uebergang dient. Ein ſolches Tor mit mehreren Riegeln wird als Riegelſtemmtor bezeichnet zum Unterſchied von einem Ständer- oder Pfoſtenſtemmtore, das zwiſchen der Wende- und Schlagſäule nur noch einige vertikale Ständer beſitzt, die vom Unter- zum Oberrahm gehen; ſolche Ständertore ſind bei verhältnismäßig niedrigen, aber längeren Toren ökonomiſcher. Die Schlagfläche der Schlagſäule und hiermit der Stemmdruck *P* in den Riegeln ſollen derart näher zur Unterwaſſerſeite liegen, daß ſo der exzentriſche Druck *P* die Biegungsbeanſpruchung des Riegels verringert. Zum Bewegen, Oeffnen und Schließen der Schleuſentore dienen: bei kleineren Schleuſen Schiebeſtangen und Drehbäume wie *r r* in Fig. 1; bei beiden Arten erfolgt die Bewegung aus freier Hand. Bei größeren Schleuſen werden zur Ueberſetzung der menſchlichen Kraft Winden verwendet. So gibt es als ſolche Bewegungsvorrichtungen ſtehende und liegende Winden mit Schiebebaum, bei welchen der Schiebebaum an einem Ende mit dem Kopf der Schlagſäule und am andern Ende mittels eines um die Trommel einer Winde geſchlungenen Taues oder einer Kette verbunden iſt. Eine weitere, ſchon zweckmäßigere Bewegungsvorrichtung dieſer Art iſt die gezahnte Schiebeſtange oder, wie an franzöſiſchen Kanälen, der gezahnte Quadrant, die beide mittels eines durch eine Winde gedrehten Triebrades bewegt werden. Für größere Tore, wie an Seeſchleuſen, erfolgt die Bewegung der Tore auch durch Ketten, die zu einer Windetrommel führen. Zur Erleichterung und zur Beſchleunigung der Torbewegungen können die Bewegungsvorrichtungen auch durch Druckwaſſer, wo ſolches für andre Zwecke, wie für Krane, Drehbrücken, bereits vorhanden iſt, betätigt werden. In neuerer Zeit wird jedoch anſtatt der Verwendung des Druckwaſſers der elektriſche Betrieb vorgezogen, insbeſondere an Schiffahrtskanälen mit ſtarkem Verkehr, bei welchen dann auch die elektriſche Kraft in der Regel für Beleuchtung und Treidelei Verwendung findet. Eine der erſten Schleuſen mit elektriſchem Torantrieb war die Schleuſe zu Imuiden in Holland, dann die Schleuſen am Dortmund-Emskanal zu Münſter und Geeſtemünde. Schließlich ſei noch

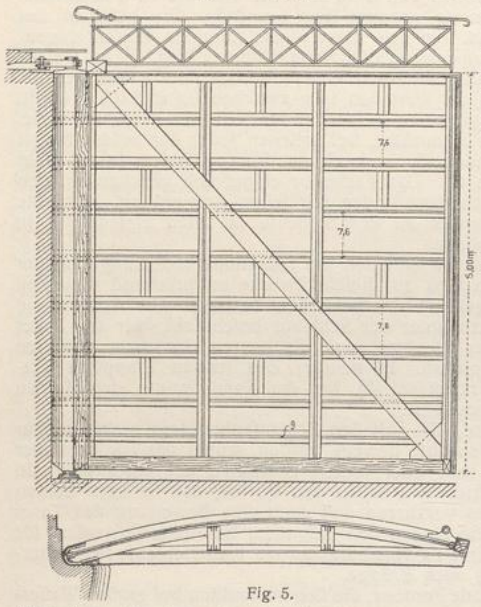


Fig. 5.

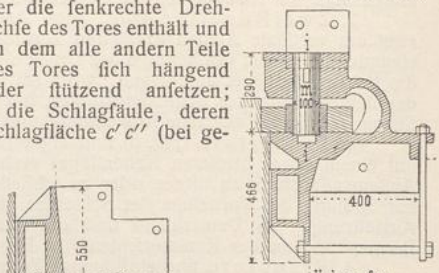


Fig. 3.

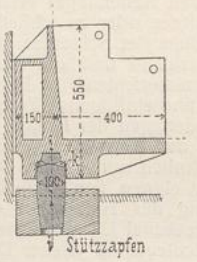


Fig. 2.



Fig. 4. Grundriß der Stemmtore.

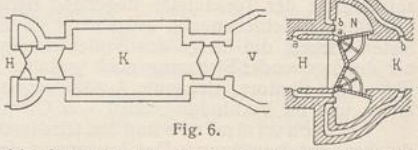


Fig. 6.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erwähnt die am Elbe-Travekanal bestehende Bewegung der Tore mit Druckluft nach System Holopp. Näheres über die Berechnung der Schleusentore s. unter [1] und [2].

Literatur: [1] Handbuch der Ing.-Wiss., 3. Teil, Bd. 8, Leipzig 1904, Die Schiffsschleusen. — [2] Landsberg, Die eisernen Stemmtore der Schiffsschleusen, Leipzig 1894. — [3] Zeitschr. für Bauwesen 1890. — [4] Der Bau des Dortmund-Emskanals, ebend. 1901 und 1902. — [5] Der Elbe-Travekanal, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, Nr. 24. *Pachnik.*

Schleusentreppe, s. v. w. Kuppelschleuse (s. d.).

Schleusenwehr (Schützenwehr), eine Stauanlage, deren abschließender Teil — die Schütze oder Falle, in der Regel eine ganz oder nahezu senkrecht stehende, gegen Führungen abgedichtete Tafel — durch über Wasser gelegene mechanische Vorrichtungen ganz oder teilweise aus dem Wasser herausgezogen werden kann. Die Schütze schließt entweder auf die ganze Flußbreite ab oder sie stützt sich gegen feste Pfeiler (Griespfeiler) oder gegen besonders aufgerichtete feste oder herausnehmbare Ständer (Griessäulen, Griesständer). — Ist ein Schützenwehr in einem Flusse zum Aufstau des Wassers angebracht, so heißt es Freiarche; das ganze Gerippe des Wehrs heißt Grieswerk oder Fachzeug. Dient das Wehr als Regulier- und Abschlußwerk für einen Ableitungskanal, so nennt man es Einlaßwehr und die Schützen Einlaßschützen; in besonderen Fällen dienen solche Wehre als Grundabläffe (s. d.) oder als Kiesschleusen (s. Kiesfang). — Abarten der Schützenwehre sind: das sogenannte Segmentwehr, s. Bd. 4, S. 95, Fig. 5, und Bd. 5, S. 315, Fig. 6a; ebenso die Zylinderschützen (Glockenschützen), Bd. 5, S. 314, Fig. 5, Drehschützen, Bd. 5, S. 315, Fig. 6; wir verweisen auf die dort gegebenen Beschreibungen.

Allgemeines. In Fig. 1 ist ein Schleusenwehr schematisch im Grundrisse und in einem durch die Achse der Ableitungskanäle gelegten Schnitte dargestellt. Die üblichen Bezeichnungen sind in der Figur eingeschrieben. Von der Bedienungsbrücke aus werden die Schützentafeln gezogen und abgelassen; die Brücke dient als Widerlager für etwa vorhandene Griespfeiler, unter Umständen auch als Fahrweg für den Verkehr von einem Ufer auf das andre. Die Oeffnungen, durch welche das abzuleitende Wasser an die Kanäle abgegeben wird, können entweder von der Schützentafel ganz bedeckt werden (Fig. 1, oben links) oder sie sind mit festen Hochwasserschutzwänden versehen (Fig. 1, oben rechts), wobei dann die Schützentafel nur die vom normalen Kanalwasserstande bedingte Höhe erhält (vgl. a. Fig. 11). Die Sohlen der Ableitungskanäle sollen im allgemeinen höher liegen (vgl. Stauanlagen) als der Vorderfluter der Freiarche. Die Tafeln ruhen in allen Fällen auf dem sogenannten Fachbaum, einer Schwelle, hinter der sich (flußabwärts) entweder ein Absturz (wenn das Schützenwehr auf einem festen Wehr aufruht) befindet oder die Flußsohle mit normalem Gefälle sich fortsetzt. Im Falle eines Absturzes ist mindestens eine der Schützen in der Freiarche als Grundablaß auszubilden, d. h. bis auf die Tiefe des Hinterfluters herabzuführen; unter Umständen wird auch eine Floßgasse bezw. ein Schiffsdurchlaß erforderlich. Im einen wie im andern Falle ist ein solid befestigter Hinterfluter anzubringen, der den schweren Angriffen der Sturzwelle gewachsen ist (s. Stauanlagen). Unterhalb des Hinterfluters ist es stets empfehlenswert, die Sohle des Flußbettes auf eine Strecke von 10—20 m durch Sohlenpflaster, Senkfaschinen u. s. w. gegen Auskolkungen zu schützen.

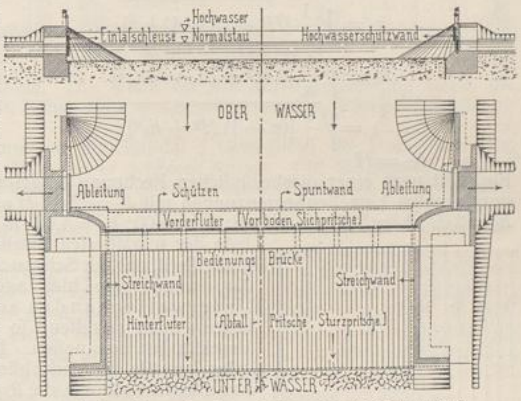


Fig. 1. Allgemeine Anordnung eines Schützenwehres.

Unter allen Stauanlagen kommt den Schützenwehren die größte Bedeutung zu; sie genügen in erster Linie der an die Flußbauverwaltungen fast ausnahmslos gestellten Anforderung, daß bei Hochwasser der Aufstau gänzlich ausgeschaltet wird. Dadurch können Geschiebeanhäufungen vor den Wehren und einschneidende Veränderungen des Flußlaufes verhütet werden. Die Stauhöhe ist innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen eine unbeschränkte. Dadurch, daß es mit neueren Konstruktionen möglich ist, die Verschlußbreite der Schützentafeln sehr groß zu bemessen, wird der Verkehr auf dem Flusse auch für die Schiffahrt nicht behindert. Erfordern es die Verhältnisse, daß das Hochwasser des Flusses ohne jedes Hindernis zwischen den Streichwänden des Wehres (Fig. 1) frei abläuft, so hat man hierfür durch Anordnung herausnehmbarer Griessäulen (sogenannter Losständer oder Losdrempel, s. unten) für jede, mit einer einzigen Brückenöffnung überquerbare Flußbreite das entsprechende Mittel. Die Hebung und Senkung der Schützentafeln (Fallen) erfolgt bei diesen Wehren rasch und sicher bei einfachster Bedienung. Endlich ist die Abdichtung des Schützenwehres bei geeigneten Maßnahmen vollkommener als bei jeder andern beweglichen Stauanlage.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Berechnung der Schützentafeln wird in der Regel für den größten Hochwaſſerſtand und zwar ſo durchgeführt, daß man vor dem Wehre das Waſſer als ruhend annimmt, alſo von Stoßwirkungen u. ſ. w. abſieht. Der ſpezifiſche hydroſtatiſche Druck p an einer beliebigen Stelle im Abſtande h m unter Spiegel iſt $= \gamma h$, unter γ das (in der Regel $= 1000$ kg geſetzte) Gewicht eines Kubikmeters Waſſer verſtanden. Steht die Schützentafel ſenkrecht, wie meiſtens der Fall, ſo ermittelt ſich die Geſamtpreſſung P bei b m Schützenbreite (freie Weite zwiſchen den Führungen der Tafel) auf eine Fläche, deren oberer Abſtand h_0, deren unterer h unter Spiegel iſt (vgl. Hydroſtatik), zu:

$$P = 0{,}5 \cdot \gamma\, b\, (h^2 - h_0^2) \qquad 1.$$

Sind die ſenkrecht ſtehenden Schützentafeln von Holz und von geringer Höhe (kleinere Anlagen), ſo werden ſie in der Regel in gleicher Bohlenſtärke von unten nach oben durchgeführt. Man berechnet dann die Bohlenſtärke aus der Preſſung p am tiefſten Punkte der Schütze, alſo direkt über dem Fachbaum, die man in einer Lamelle von 1 cm Höhe konſtant annehmen darf. Nennt man (vgl. Fig. 2) δ die Bohlenſtärke in Zentimetern, H (in Zentimetern) den Vertikalabſtand vom Spiegel bis zum Fachbaum, ſo iſt mit $\gamma = 1000$ das maximale Angriffsmoment A in der Mitte der Schütze $A = 0{,}001 \cdot H b^2/8$; der Widerſtandsmoment W des rechteckigen Querſchnittes von der Breite δ und der Höhe iſt: $W = K\delta^2/6$. Man erhält, ſofern man für die zuläſſige Beanſpruchung des Holzes $k = 60$ kg · qcm wählt, aus $W = A$:

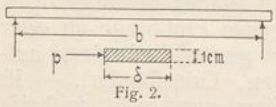


Fig. 2.

$$\delta = 0{,}0035 \cdot b\sqrt{H}, \qquad 2.$$

alle Maße in Zentimeter ausgedrückt. Da man mit Holztafeln in der Regel 20—25 cm Stärke nicht überſchreitet, ſo läßt Formel 2 leicht die Bedingungen erkennen, unter welchen Holz nicht mehr zur Anwendung gelangen darf.

Sind die Schützentafeln von Eiſen, ſo wird in der Regel der Abnahme der ſpezifiſchen Preſſung von unten nach oben durch Zerlegung der Schützentafel in n Lamellen in der Art Rechnung getragen, daß man für jede Lamelle die gleiche Preſſung $P_1 = P : n$ beſtimmt, unter P die nach 1. berechnete Geſamtpreſſung auf den Schützen verſtanden. Iſt dann H der Abſtand des Fachbaumes unter Spiegel, ſo ergeben ſich die Grenzen für die Abſtände der unteren Horizontalen in den einzelnen Feldern (Fig. 3):

für die Schützen von h_0 ab:

$$h_1 = \sqrt{\frac{1}{n}\,[H^2 + (n-1)\,h_0^2]}$$

$$h_2 = \sqrt{\frac{1}{n}\,[2H^2 + (n-2)\,h_0^2]}$$

$$\vdots$$

$$h_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n}\,[(n-1)\,H^2 + h_0^2]}$$

$$h_n = H$$

für Schützen und Hochwaſſerſchutzwände mit $h_0 = 0$:

$$h_1 = H\sqrt{\frac{1}{n}}$$

$$h_2 = H\sqrt{\frac{2}{n}}$$

$$\vdots$$

$$h_{n-1} = H\sqrt{\frac{n-1}{n}}$$

$$h_n = H$$

Fig. 3 iſt nach einer diesbezüglichen Rechnung aufgetragen und es ergeben ſich die dort eingezeichneten Lamellenbegrenzungen mit $h_0 = 2$ m, $H = 6$ m, $n = 8$ zu:
$h_0 = 2{,}00$; $h_1 = 2{,}83$; $h_2 = 3{,}46$; $h_3 = 4{,}00$; $h_4 = 4{,}49$; $h_5 = 4{,}90$; $h_6 = 5{,}29$; $h_7 = 5{,}65$; $h_8 = 6{,}00$.

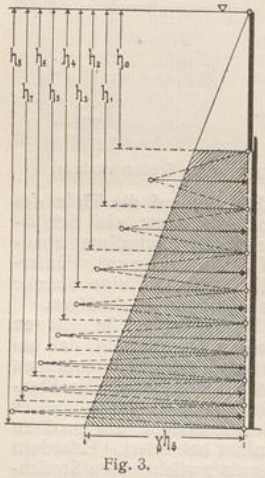


Fig. 3.

Jede der ſchraffierten Flächen iſt inhaltlich der andern gleich; der Inhalt ſtellt, mit der Schützenbreite b multipliziert, den Waſſerdruck P_1 dar, wenn, wie hier angenommen, der Gegendruck des Unterwaſſerſtandes außer Rechnung bleibt. Würde das letztere nicht zutreffen, ſo iſt die Rechnung leicht den beſonderen Verhältniſſen anzupaſſen. Der Angriffspunkt von P_1 findet ſich in jeder Lamelle am einfachſten graphiſch, wie die Fig. 3 zeigt. Die Angriffsmomente auf die Rippen des Schützens ſind aus der gleichmäßig verteilten Belaſtung ebenſo einfach zu ermitteln; die Widerſtandsmomente laſſen ſich natürlich nur feſtſtellen, wenn die Konſtruktion der Rippen bezw. der Querſchnitt derſelben angenommen wird. Bei geringeren Werten von b nimmt man in der Regel I-Eiſen, bei größeren wird ein Fachwerk (Fiſchbauchträger, Parabelträger, ſ. d.) angenommen. Vertikalabſteifungen bilden ſodann mit dieſen Rippen zuſammen die Befeſtigungsſtellen für die abdichtende Blechhaut.


Fig. 4. Führung bei Holztafeln.

Die Führung der Schützentafeln erfolgt in verſchiedener Weiſe. Holztafeln, bei welchen b ſelten mehr als 4 m beträgt, laufen in der Regel in Nuten (vgl. die drei erſten Abbildungen in Fig. 4) oder auf Gleitſchienen von Eiſen (vgl. die zwei letzten Abbildungen in Fig. 4). Im letzteren Falle iſt die gleitende Reibung geringer als im erſten, in welchem Holz an Holz reibt und außerdem infolge Anſaugens der Gleitflächen beſondere Widerſtände entſtehen. Die Reibungskoeffizienten ſind hier ſchwer zuverläſſig zu beſtimmen; man findet ſie für verſchiedene Verhältniſſe in [1], S. 850, angegeben. Iſt G das Eigengewicht der Schützentafel, P der auf dieſelbe treffende Waſſerdruck, ſo ſetzt man annähernd den Zug Z in Kilogramm, der beim Aufziehen der Schütze erforderlich wird:

$$Z = 0{,}5 \cdot P + G. \qquad 3.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wird die gleitende Reibung in rollende verwandelt und ist r der Halbmesser der Rolle in Zentimetern, so wird bei eisernen Schützen (Rollschützen) im Mittel ([1], S. 865)

$$Z = \frac{0{,}055 \cdot P}{2\,r} + G. \qquad 4.$$

Ist G ausbalanciert, so kommt es natürlich in Wegfall. Man wird in allen Fällen gut daran tun, etwas größere als die rechnungsmäßig sich ergebenden Werte einzuführen, da die Rechnung besondere Hindernisse beim Aufziehen nicht berücksichtigt.

In Fig. 5 haben wir einige Anordnungen für Rollschützen dargestellt; die erste der Abbildungen stellt die Disposition am Donauwehr bei Ulm dar, die zweite ist das Schema für die einfachste Anlage, die dritte entspricht dem System Reynoldt [2], die vierte ist bei der Wasserkraftanlage Saint Mortier am Ain in Verwendung gekommen. Das Prinzip ist alt; schon in [3] sind Rollschützen erwähnt, ebenso im D.R.P. Nr. 37528, das fast allen neueren Dispositionen vorbildlich war. Bei den sogenannten Stoney-Wehren [4] kommt ein Rollenwagen zur Verwendung (s. Fig. 13), der einerseits fest an der Bedienungsbrücke, anderseits an der beweglichen Schützentafel aufgehängt ist und die Hälfte des Weges der letzteren zurücklegt.

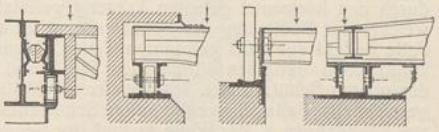


Fig. 5. Führung von Rollschützen.

Die Aufzugvorrichtungen sind schematisch in Fig. 6 dargestellt und zerfallen — abgesehen von den bei kleineren Anlagen im landwirtschaftlichen Wasserbau gebräuchlichen Vorkehrungen, über welche in der in Bd. 1, S. 757 und 764, angegebenen Literatur und in [5] nachgesehen werden kann — in Ketten oder Seilaufzüge (I), Zahnstangenaufzüge (II) und Schraubenaufzüge (III). Ist (bei Freiarchen) a der Vertikalabstand zwischen Hochwasserspiegel und Fachbaum, so setzt man $z + h = a + 15 \sim 20$ cm. Die Welle für die Aufzugvorrichtung bezw. die Unterkante des Schützenholms muß dann höher als $z + 2\,h$ gelegt werden, sofern die Schützentafel nicht geteilt ist.

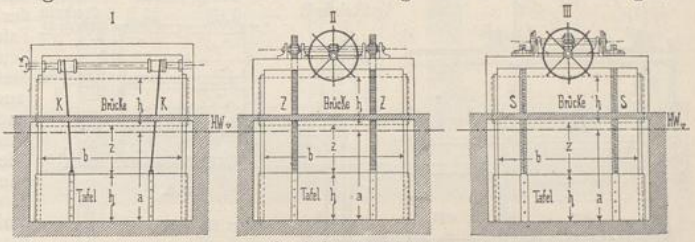


Fig. 6. Aufzugvorrichtungen.

Bei der in III skizzierten Disposition ist die Spindel S beweglich, die Mutter fest. Bei dem Wehr von Condé ([6], Tafel IX, Fig. 10) — einer größeren Anlage — ist die Spindel fest und die Mutter beweglich. Heutzutage sind bei größeren Schützenwehren derartige Anlagen selten mehr im Gebrauch, denn sie sind teuer und raschem Verderben ausgesetzt. Dagegen finden sie vielfache Anwendung im Wasserversorgungs- und Kanalisationswesen [7] als einfach schließende Schieber.

Die in II skizzierten Zahnstangenaufzüge sind wohl mit Recht als die besten angesehen. An Stelle der gewöhnlichen Zahnstange Z tritt indessen neuerdings fast allerwärts die Zahnleiter, weil Vereisungen bei dieser den Betrieb nicht stören. In der Regel sind (bei großen Z nach Gl. 3 und 4) mehr oder weniger umfangreiche Uebersetzungen erforderlich, um den Antrieb von Hand zu ermöglichen; elektrischer Antrieb steht vielfach nur in Reserve. Geradezu unentbehrlich sind diese Aufzüge dort, wo ein starker Strom unter der Schützenöffnung es unmöglich macht, die Schütze durch ihr eignes Gewicht zum Niedersinken auf den Fachbaum zu bringen.

Am einfachsten gestalten sich die in I schematisch dargestellten Seil- oder Kettenaufzüge, die im Kleinen wie im Großen sich überall dort bewährt haben, wo die Schütze durch ihr eignes Gewicht (oder mit Hilfe von Wasserballast) beim Ablassen den Weg zum Fachbaum auch im strömenden Wasser zurückzulegen vermag. Bei kleinen Anlagen windet sich die Kette K auf einer Kettentrommel auf und ab; die Aufzugwelle ist dann innerhalb der Stützpfosten stets mit Sperrklinken versehen, um ein Zurückfallen der Schützentafel zu verhindern. Bei großen Anlagen können zur Erleichterung des Aufziehens Gegengewichte zur Anwendung gelangen (vgl. Fig. 12), deren Weg eventuell durch Differentialrollen gekürzt zu werden vermag, wenn man die Bedienungsbrücke in geringerer Höhe über Hochwasser anordnen will.

Gesamtdispositionen. Hat das Schützenwehr den Zweck einer Freiarche, d. h. soll es normal einen Stau im Flusse erzeugen und bei Hochwasser einen ungehinderten Wasserabfluß ermöglichen, so wird das letztere Ziel am sichersten erreicht, wenn nach dem Aufziehen der Schützen der ganze Durchflußquerschnitt zwischen den Streichwänden der Sturzpritsche (vgl. Fig. 1) freigegeben werden kann. Bei sehr breiten Durchflußquerschnitten ist dies indessen ohne übergroße Kosten für die Bedienungsbrücke nicht immer möglich; es werden dann Griespfeiler eingesetzt und an diesen oberhalb der Schützen Nuten angebracht zum Herstellen eines Fangdammes (s. d.) für etwaige Reparaturen u. s. w. Bei diesen Freiarchen, besonders bei jenen, die auf einem festen Wehre mit mehr oder weniger großem Absturz gegen den Hinterfluter errichtet sind, ist zu beachten, daß bei starken Mittelwassern, die der Ableitungskanal nur teilweise aufzunehmen vermag, der Hinterfluter den Strahl aus den freigegebenen Wasserquerschnitten halbgezogener Schützen aufzunehmen hat. Die Wirkungen der so geschaffenen Sturzwellen auf

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Hinterfluter ſind für dieſen meiſt gefährlicher als jene der durch die ganz freigegebene Oeffnung abfließenden Hochwaſſer. Hat das Schützenwehr den Zweck, den Eintritt des Waſſers in den Ableitungskanal zu regeln, wobei die in Fig. 1 ſchematiſch gezeichneten zwei Anordnungen in Betracht kommen, ſo ſind gewöhnlich die Schützen hochgezogen und dienen nur bei Hochwaſſer zum ganzen oder teilweiſen Abſchluß. Die Anlagen mit beſonderer Hochwaſſerſchutzwand (Fig. 1 oben rechts) ſind hier unſers Erachtens die empfehlenswerteſten. Beſondere Anordnungen an den Schützen werden erforderlich, um das Eintreten von Eis in den Kanal abzuhalten (ſ. Eisſchützen).

Vielfach hat man auch eine **Zweiteilung der Schützen** eingeführt (Doppelſchützen). In Fig. 7 iſt ein Schützenwehr mit Doppelſchützen dargeſtellt, bei welchem die Griesſtänder *b* oben durch den horizontal gelegten Träger *f* geſtützt werden; der letztere dient auch für den Steg, welcher zur Bedienung der Schützen und zum Uebergang über den Waſſerlauf nötig iſt. Die Falle beſteht aus zwei getrennten Teilen, einem unteren und einem oberen Teile; die Detailkonſtruktion derſelben iſt aus den Fig. 8 und 9 zu erſehen. Fig. 9 iſt nur der Vertikalſchnitt der oberen Schützentafel. Infolge der Zweiteilung läßt ſich die Schleuſe leichter aufziehen. Im gezeichneten Falle iſt nur die untere Schützentafel mit einer Aufziehvorrichtung verſehen, welche aus Zahnſtangen *z*, der Welle *w* und der Schneckenradüberſetzung *s* beſteht; das Eigengewicht derſelben Tafel iſt hier noch durch einen Gegengewichtsbalken *g*, der an über Rollen *r* geführten Ketten *k* hängt, ausbalanciert. Der obere Schützenteil befindet ſich derart hinter dem unteren zurückgeſetzt, daß dieſer letztere ſich zuerſt allein aufziehen läßt, bis er mit dem Haken *h* (Fig. 8, Vertikalſchnitt) den oberen erfaßt und mitnimmt. Fig. 10 zeigt den Horizontalſchnitt der Griesſäule *b* ſamt jenem der unteren Schützentafel *a* auf der einen und der oberen Tafel a_1 auf der andern Seite. Andre Konſtruktionen dieſer und ähnlicher Art (auch dreiteilige Schützen) findet man in [1], [5] und [6], worauf wir verweiſen. — Die Zweiteilung kann — wie z. B. bei den in [1], S. 424, dargeſtellten Einlaufſchützen des Wehres in Wangen a. d. Aare — den Zweck haben, bei Hochwaſſern nur den oberen Schützenteil zu ziehen, ſo daß nur das relativ reinere Waſſer der oberen Schichten den Kanal erreicht, und iſt dann gewiß gerechtfertigt, obgleich ſie die Anlage verteuert. Das gleiche gilt für den Fall, in welchem die Zweiteilung eine Benutzung der Schütze als Eisſchütze bezweckt. Der früher angegebene Zweck — Erleichterung des Aufziehens — kann dagegen heute nicht mehr allein beſtimmend für ſolche Anlagen ſein.

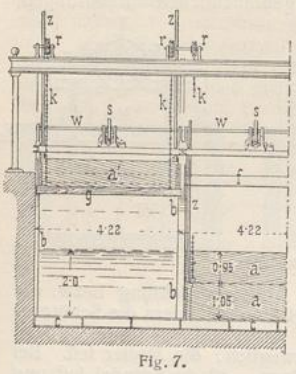


Fig. 7.

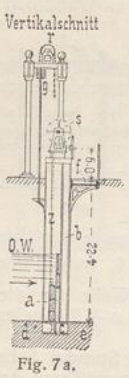


Fig. 7a.

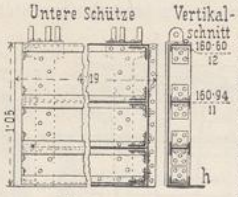


Fig. 8.

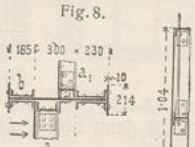


Fig. 10.

Fig. 9.

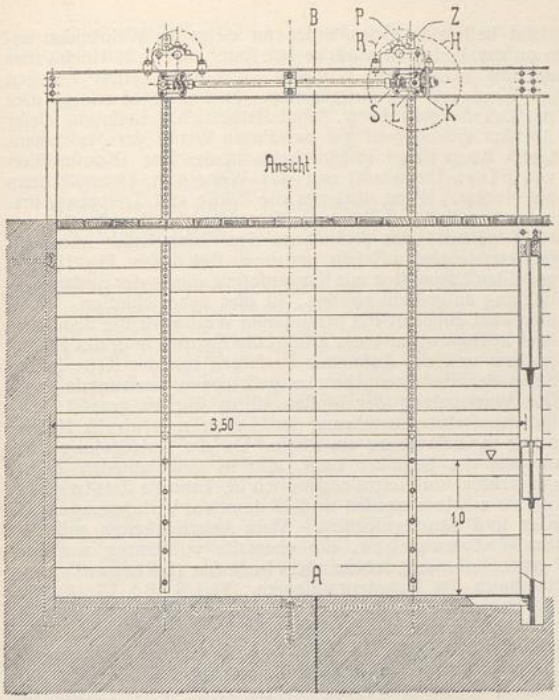
Fig. 11 zeigt im Grundriß, Aufriß und Schnitt eine **einfache Kanaleinlauffchütze** mit Hochwaſſerſchutzwand und Zahnleiteraufzug, für Handbetrieb eingerichtet. Die Einzelteile ſind mit Buchſtaben und Zuſchriften erläutert; die Geſamtanordnung dürfte ohne weiteres verſtändlich ſein und hat ſich gut bewährt.

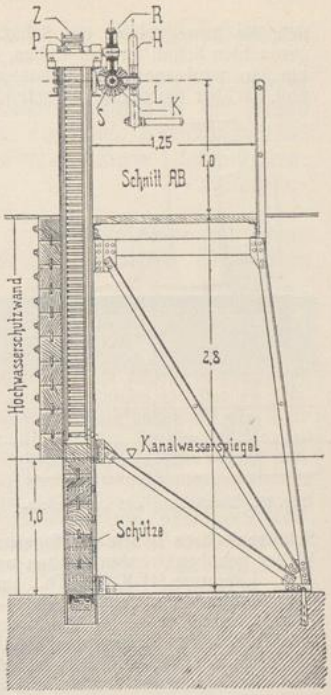
Für Freiarchen mit Zahnſtangenaufzug und Handbetrieb iſt das in Fig. 6 dargeſtellte Schema II verwendbar. Eiſerne Schützen mit Zahnleiteraufzug finden ſich abgebildet in [1], Tafel 22, 29 und 54.

Die Fig. 12 und 13 zeigen ein ſogenanntes **Stoneyſches Wehr** der Firma C. Zſchokke-Aarau, wie es in Beznau u. a. a. O. zur Ausführung gelangt iſt, im Prinzip der Fig. 6, Abbildung I entſprechend. Im Höhenſchnitte des Wehres (Fig. 12) iſt die ſchwere eiſerne Schützentafel, an Gallſchen Ketten über Rollen geführt, erſichtlich, die an der Bedienungsbrücke aufgehängt und mit Gegengewichten verſehen iſt. Fig. 13 zeigt das Auflager der Schützentafel, deren mit den Schützen bewegliche Laufleiſten *l* ſich gegen Rollen *r* ſtützen, die, an einem Rollenwagen befeſtigt, ſich an der am Pfeiler angebrachten feſten Laufleiſte *L* bewegen. Der Rollenwagen iſt an der beweglichen Laufleiſte *l* des Schützens und an der Bedienungsbrücke feſt mit doppeltem Drahtſeil aufgehängt. Um keine einſeitige Anpreſſung der Laufleiſte *l* aufkommen zu laſſen, wurden an den in den Pfeilerniſchen befindlichen Teilen des Schützens Gelenkauflager *a* hergeſtellt. Der Fachbaum beſteht aus einer gußeiſernen Schwelle, auf welcher die hölzerne Schließſchwelle am Schützen die Abdichtung an der Sohle bewirkt. Seitlich iſt die Abdichtung durch einen zylindriſchen Dichtungsſtab *s* bewirkt. Der Stab legt ſich durch den Waſſerdruck an die gehobelten, einerſeits am Schützen, anderſeits am feſten Widerlager angebrachten, gegeneinander konvergierenden Leiſten und iſt am Schützen ſelbſt beweglich aufgehängt. Im übrigen entſpricht die Konſtruktion dem engliſchen Vorbilde [4], iſt aber infolge reicher Erfahrungen der Firma Zſchokke — welche auch Mittel gefunden hat, die Waſſerangriffe vom Rollenwagen abzulenken — weſentlich verbeſſert und ergänzt.

Dort, wo ſich die Schützen gegen feſte Brücken anlegen, werden die Schützenwehre auch vielfach mit **beweglichen Griesſäulen** (Losſtändern, Setzpfoſten, Klapppfoſten) angeordnet und dieſe letzteren bei Hochwaſſer, Eisgang u. ſ. w., wo ſie abflußerſchwerend wirken und Beſchädi-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN





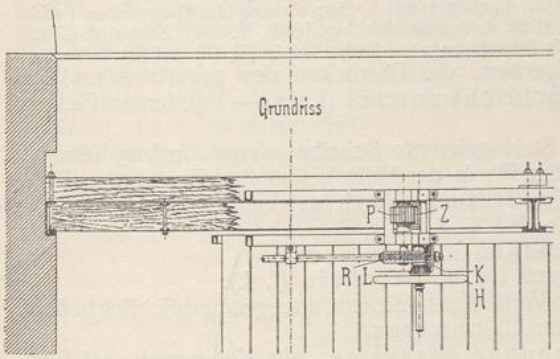


Fig. 11. Kanaleinlaufschütze mit Hochwasserschutzwand. *H* Handrad zum Aufziehen. *Z* Zahnleiter. *P* Zahnrad mit Eingriff in die Zahnleiter. *KL* Kegelräder zur Ueberfetzung. *S* Schnecke zum Antrieb. *R* Schneckenrad.

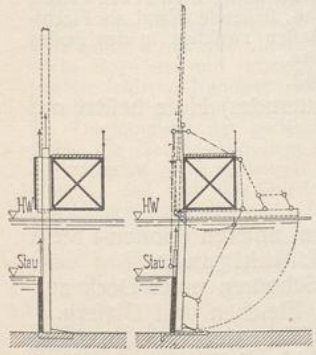


Fig. 14. Fig. 15.
Schematifche Darftellung der Losftänder.

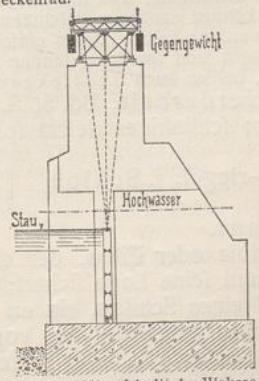


Fig. 12. Höhenfchnitt des Wehres bei Beznau.

gungen durch Treibzeug ausgefetzt find, aus dem Waffer gehoben; ältere Dispofitionen, die indeffen heute noch nachgeahmt werden, finden fich in [5] und [6] fowie in [8].

Im wefentlichen verwendet man hierzu neuerdings hauptfächlich die in den Fig. 14 und 15 fkizzierten Anordnungen. In Fig. 14 lehnen

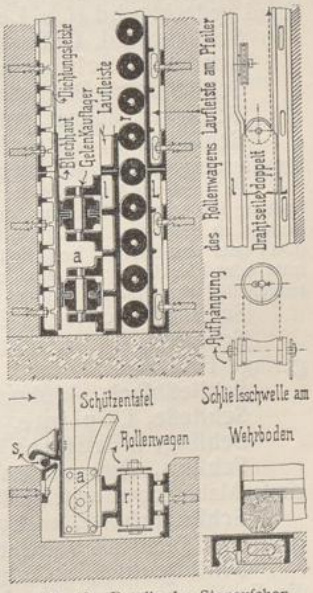


Fig. 13. Details des Stoneyfchen Wehres bei Beznau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich die beweglichen, die Schützentafel haltenden Griesſtänder an einen im Wehrboden angebrachten Schuh und an Rollen, die an der Bedienungsbrücke feſt ſind, an. Tritt Hochwaſſer ein, ſo wird zuerſt die Schützentafel mit beſonderem Windwerk aus dem Waſſer gezogen und nachher (ebenfalls mit beſonderem Windwerk) die Griesſtänder. In der Regel erfolgt dies mit Zahnſtangen- bezw. Zahnleiterbetrieb. Beiſpiele dieſer Art ſind die bis jetzt gut bewährten Wehre der Maſchinenfabrik Benckiſer in Pforzheim an der Enz (Konſtruktion von Pfarr-Darmſtadt) und das Wehr von Untertürkheim am Neckar. Wenn übrigens die Flüſſe viel Treibzeug, insbeſondere Balken, Bäume u. ſ. w., bei Hochwaſſer führen, kann während des Aufziehens der Griesſtänder immerhin für letztere einige Gefahr beſtehen. Bei der in Fig. 15 dargeſtellten Dispoſition mit Klapppfoſten, die in der Strömungsrichtung aufgedreht werden, iſt dies ausgeſchloſſen. Auch hier wird zunächſt mit beſonderem Windwerk die Schützentafel hochgezogen, dann erfolgt die Entriegelung des Klappfoſtens und das Aufziehen desſelben mit der Kette in die unter der Bedienungsbrücke geſtrichelte horizontale Lage. Die Verriegelung der Pfoſten iſt in Fig. 16 gezeigt, entſprechend einer Ausführung der Maſchinenfabrik Nürnberg in Guſtavsburg am Rhein. Da die Verriegelung flußabwärts der Schützen liegt, alſo in gewöhnlichen Zeiten gut ſichtbar und leicht zugänglich iſt, kann ſie ſtets in gutem Stande erhalten werden und iſt dann vor Verlagerungen mit Kies und Sand geſchützt. Viele Aehnlichkeiten mit den Schützenwehren haben die ſogenannten Walzenwehre, die ebenfalls vollſtändig aus dem Waſſer gehoben werden können und einer Bedienungsbrücke nicht bedürfen (ſ. Stauanlagen).

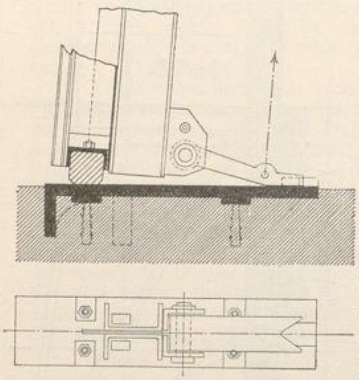


Fig. 16. Einklinkung des Losſtänders.

Literatur: [1] Köhn, Th., im Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Teil 3, Bd. 13, Ausbau von Waſſerkräften, Leipzig 1908. — [2] Engin. 1893, Bd. 76, S. 431. — [3] Allgemeine Bauztg., 1856/57, Blatt 79. — [4] Min. proceed. inst. Civ. Engin., Bd. 53, 1879/80; Engin. 1884, Bd. 2, S. 268; Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 227; Engin. 1895, Bd. 80, S. 335; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 1521. — [5] Strukel, M., Der Waſſerbau, Teil I, Tafel III, Leipzig 1897. — [6] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Bd. 3, Abt. 1, 1. Hälfte, 3. Aufl., Leipzig 1892. — [7] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, 2. Abt., Leipzig 1908, S. 153; Katalog der Geigerſchen Fabrik, G. m. b. H., Karlsruhe i. B. — [8] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884, S. 690; Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 254. Weitere eingehende Literaturangaben finden ſich in [1], [5] und [6] *Lueger.*

Schlichten, in der Weißgerberei das Bearbeiten der gegerbten und getrockneten Felle mit Hilfe des Schlichtmondes (ſ. d.). — Vgl. ferner Feilen und Weberei.

Schlichtmond, eine aus Stahl gefertigte Scheibe, deren Umfang ſchwach umgebogen und ſcharf geſchliffen iſt; in der Mitte beſitzt ſie eine konzentriſche, am Rande mit Polſter eingefaßte Oeffnung, durch welche beim Schlichten die Hand geſteckt wird (ſ. a. Leder, Bd. 6, S. 105).

Schlichtſtahl, ſ. Werkzeugſtähle.

Schlick, ſ. Schlamm, auch ſ. v. w. Bernſtein (ſ. d.).

Schlickdeich, Deich, deſſen Vorland aus weichem, unbegrüntem Schlick beſteht.

Schlicker, dünner Tonbrei; ſ. Tonwaren.

Schlickfang, Zwiſchenbuhne, Traverſe, ein Nebenwerk bei Flußregulierungen, eine Art kleiner Buhnen (ſ. d.).

Er dient zur Mäßigung der Strömung, um ſo die Ablagerung von Sinkſtoffen, deren feinſte Gattung der lehmige Schlamm oder Schlick iſt, und hiermit die Auflandung des betreffenden Bodens zu bewirken. Die Traverſen können aus Stein, Faſchinen (Packwerk), Senkfaſchinen (ſ. d.) oder aus Bauholz hergeſtellt werden; ſolche, deren einfache, ſtehende Wand als Flechtzaun oder Flechtwerk von Weidenruten und ſonſtigen dünnen Aeſten zwiſchen in den Boden eingeſchlagenen Pfählen gebildet iſt, heißen auch Schlickzäune.

Schliech (Schlieg), ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 42.

Schliefer, ſ. v. w. Splitter; ſchliefriges (leicht ſplitterndes) Holz beſitzt nur geringe Feſtigkeit.

Schließblech, -kloben, -riegel, ſ. Schloß.

Schließe, ſ. Splinte.

Schling, ſ. Brunnenkranz.

Schling, Rahmen aus Holz oder Eiſen, der den unteren (Boden-) Stein eines Mahlganges umſchließt und ſeine Lage ſichert; ſ. Mahlgang.

Schlingerbord, an Bord eines Schiffes, ein an Schnüren unter Deck aufgehängtes Brett mit Vorrichtungen zum Aufſtellen von Flaſchen und Gläſern.

Schlingerkiel, ein Seitenkiel eines Schiffes in der Nähe der Kimm, welcher die Schlingerbewegungen des Schiffes im Seegang mildern ſoll.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schlingerpardune, eine Refervepardune, welche bei ſtarkem Schlingern des Schiffes zur Sicherung der Stenge gefetzt wird.

Schlingerverſuch eines Schiffes bezweckt, durch periodiſches gleichzeitiges Ueberlaufen von Mannſchaften und Aufſtellen derſelben mittſchiffs das Schiff zum Schlingern zu bringen, um dann die Größe der einzelnen Ausſchlagwinkel ſowie die Schwingungsperiode und die Ausſchwingungskurve feſtzuſtellen; vgl. Schiffsſchwingungen. *T. Schwarz.*

Schlippes Salz, ſ. Antimonſulfide.

Schlipphaken, ein Haken, deſſen Spitze an dem Hakenrumpf mit einem Scharnier befeſtigt iſt und durch einen Ueberfallſchäkel gehalten wird, zum ſchnellen Schlippen der Laſt an Bord der Schiffe. *T. Schwarz.*

Schlitten, als Teile von Maſchinen, gleiten auf Geradführungen.

Beiſpiele der Ausbildung zeigen die Figuren bei Führungsſchienen, Drehbank, Fräsmaſchinen, Hobeln. Die Wirkung der am Schlitten angreifenden Kräfte und ihrer Momente auf den längs der Auflagerung veränderlichen Flächendruck iſt noch nicht allgemein klargelegt. Die Kraft zum Verſchieben des Schlittens rechnet man bei Hobelmaſchinen mit flachen Führungen aus dem Gewicht des Tiſches und eines gleichſchweren Arbeitsſtückes mit der Reibziffer 0,05; bei Drehbänken kann man ſie faſt ſo groß anſetzen wie den beim Drehen auftretenden Umfangsdruck. Zur Bewegung der Schlitten dienen flachgängige Leitſpindeln mit Metallmuttern oder Schnecken mit Zahnſtangen, wobei zur Erzielung ruhigen Ganges die Verzahnung als flachgängiges, quadratiſches Gewinde auszuführen iſt, oder Stirnräder mit Zahnſtangen mit beſſerem Wirkungsgrad, aber kleinerer Ueberſetzung und ſtoßendem Gang, oder auch Stahlbänder für kurzen Hub, die ſich auf einen ſchwingenden Sektor wickeln. *Lindner.*

Schlitten, in der Landwirtſchaft einfaches Transportgerät, das bei guter Schneebahn beſonders zum Transport von Langholz, Mergel, Kompoſt und Dünger u. ſ. w. verwendet wird.

Der Hauptvorzug, den der Schlittentransport gewährt, beſteht in der im Verhältnis zur Laſt ſehr geringen Zugkraft, die auf guter Schneebahn nur 1,5—2% der Laſt beträgt, während ſie bei Benutzung von Wagen auf Feldwegen bis zu 10, auf dem Felde ſelbſt bis zu 20% betragen kann. Ferner ſpricht zugunſten des Schlittentransports die Schonung der Straßen, das leichte Auf- und Abladen und die Einfachheit und Billigkeit der Schlitten ſelbſt, die in der Hauptſache nur aus den beiden Läufern, zwei Lagerböcken und der Deichſel beſtehen. *Wrobel.*

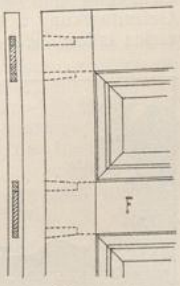
Schlitten, im Bergbau, ſ. Grubenförderung, Bd. 4, S. 641.

Schlitzfenſter, langes, ſchmales Fenſter; dasſelbe iſt nach innen ſtark zu erweitern, um Licht einzulaſſen.

Schlitzmaſchine, 1. Maſchine zum Einſchneiden von Schlitzen in Schraubenköpfe; ſ. Schraubenfabrikation. 2. Maſchine zur Herſtellung von Schlitzen in Holz, namentlich an Tür- und Fenſterrahmen, und andrer aus mehreren Teilen durch Schlitzzapfen (ſ. d.) verbundener Gegenſtände. Die Ausbildung des Schlitzes erfolgt durch entſprechend ſchmale Kreisſägen, Meſſerköpfe, Fräſer, an denen das in einem Schlitten befeſtigte Stück vorbeigeführt wird, vgl. [1]. Ferner dienen hierzu Stemmaſchinen [2], Langlochbohrmaſchinen und ſchließlich Kettenſägemaſchinen [3].

Literatur: [1] Fiſcher, Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Bd. 2, Berlin 1905; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 747. — [2] Kick, Fr., Vorleſungen über mechaniſche Technologie, Leipzig und Wien 1898. — [3] Bericht über die Weltausſtellung in Paris 1900, herausgegeben vom k. k. öſterr. Generalkommiſſariat, Wien 1901. *Treiber.*

Schlitzzapfen, ein dem Scherzapfen entſprechender Holzverband für Bretter und Bohlen.



Er kommt beſonders bei Herſtellung der geſtemmten Türen zur Anwendung. Dabei werden die aufgehenden äußeren Rahmen, die auf die ganze Höhe durchgehen, mit Zapfenlöchern verſehen, die ein Drittel der Rahmenſtärke betragen. In dieſe werden (ſ. die Figur) die Zapfen der Querſtücke eingeſetzt und verleimt. Zur Sicherung gegen Auseinandertreiben werden ſeitliche Keilſtücke angepaßt und mitverleimt. Die End- bezw. Eckverzapfungen ſind als halbe Zapfen zurückzuſetzen. Da die Tragfähigkeit der geſtemmten Türen gegen Senkung einzig auf dieſer Verbindung beruht, ſo iſt es ratſam, die Schlitzzapfen nicht zu ſchmal zu halten, was man dadurch erreicht, daß man den Querfrieſen eine größere Breite als den Höhenfrieſen gibt. *Weinbrenner.*

Schloß (château, castle), der Wohnbau eines Fürſten, auch das Herrenhaus eines großen adeligen Gutes.

Aus der mittelalterlichen Burg (ſ. d.) hervorgegangen, war früher das Schloß befeſtigt. In den ſpäteren Zeiten konnte hiervon abgeſehen werden, dagegen war nun den verſchiedenſten geſteigerten Anforderungen Rechnung zu tragen [1]. Als einfacher Steinbau und ſchmucklos ſteht das adelige Schloß auf entlegenem Gutsbeſitz oder umgeben von den Hütten eines Dorfes;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

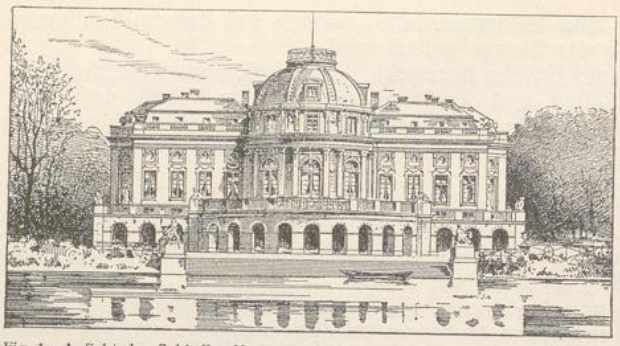


Fig. 1. Anficht des Schloffes Monrepos bei Ludwigsburg von der Seefeite aus.

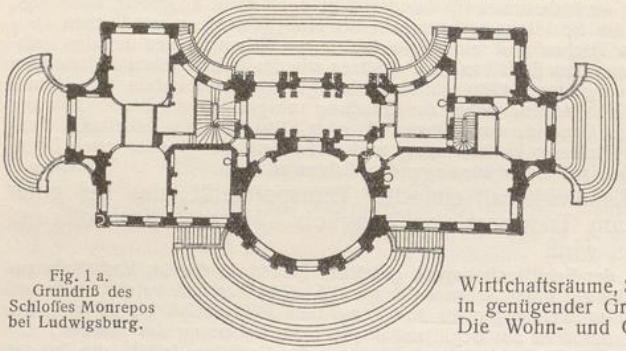


Fig. 1 a. Grundriß des Schloffes Monrepos bei Ludwigsburg.

das reichere, in belebter Gegend ftehende ift mit Giebeln, einem Treppenturm oder mit mehreren Ecktürmen gefchmückt. Das Jagdfchloß im Waldgebiet und das Luftfchloß (Fig. 1 und 1 a) in der Umgebung eines fürftlichen Wohnfitzes find nur für kurzen Aufenthalt oder Feftlichkeiten beftimmt. Das große Schloß eines Fürften erfordert jedoch eine weitverzweigte Anlage. Außer der herrfchaftlichen Wohnung für die einzelnen Glieder der Familie find Empfangs- und Gefellfchaftszimmer mit Speifefälen u. f. w., Vor- und Wartezimmern anzuordnen, die Zugänge, Vorhallen und Treppenanlagen bequem unter fich verbinden. Oft find Bücher-, Gemälde- oder Waffenfammlungen, auch Theater und Kirche anzufchließen. Ferner ift für die Zimmer des Gefolges, der Dienerfchaft, der Gäfte u. f. w. Sorge zu tragen; auch find Wirtfchaftsräume, Stallungen und Wagenfchuppen in genügender Größe und Anzahl anzuordnen. Die Wohn- und Gefellfchaftsräume follen vornehm, aber von bequemer Einrichtung fein. Die Diener- und Wirtfchaftsräume follen abfeits liegen, jedoch leicht zugänglich fein. Allen diefen Anforderungen wird felten durch Anordnung eines einzigen Gebäudes entfprochen werden können, vielmehr wird durch Gruppierung mehrerer Gebäude um einen oder mehrere Höfe eine fachgemäße Geftaltung und große Gefamtwirkung fich erzielen laffen. Während

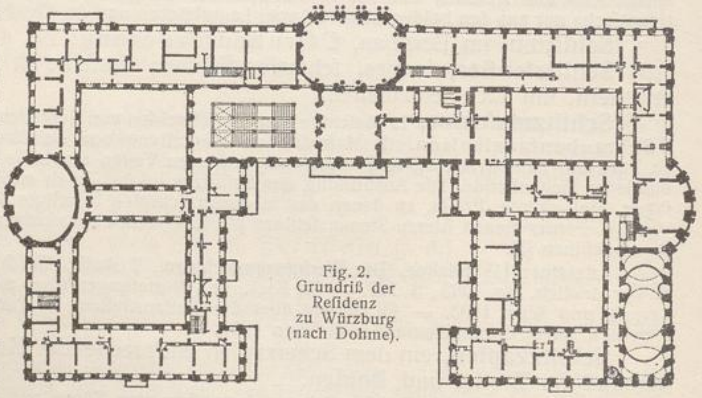


Fig. 2. Grundriß der Refidenz zu Würzburg (nach Dohme).

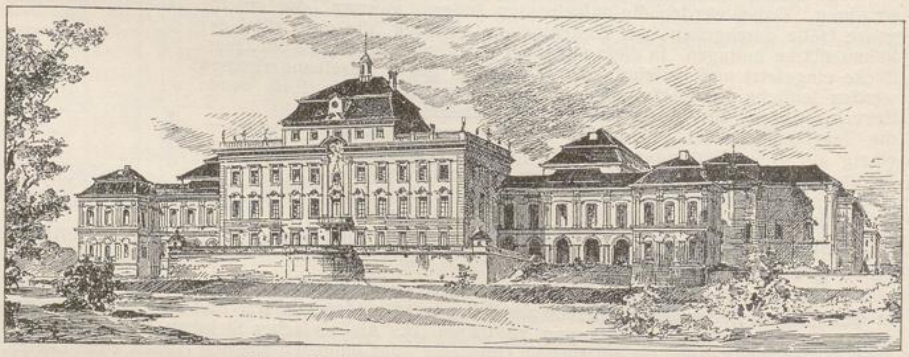


Fig. 3. Nördliche Anficht des Schloffes Ludwigsburg.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Schlöſſer in den Landeshauptſtädten meiſt aus den älteren Anlagen mit den wachſenden Bedürfniſſen ſich allmählich entwickelt haben, zeigen die Reſidenzen der weltlichen und der geiſtlichen Fürſten des 17. und 18. Jahrhunderts Neuanlagen von vornehmer und großzügiger Anordnung in verſchiedenſter Größe. In der nächſten oder weiteren Umgebung der Hauptſtadt erbaut und von weiten Gartenanlagen umgeben, ſind es meiſt Nachbildungen des großen Verſailler Königsſchloſſes (erbaut 1660 bis 1710) [2]. In Deutſch-

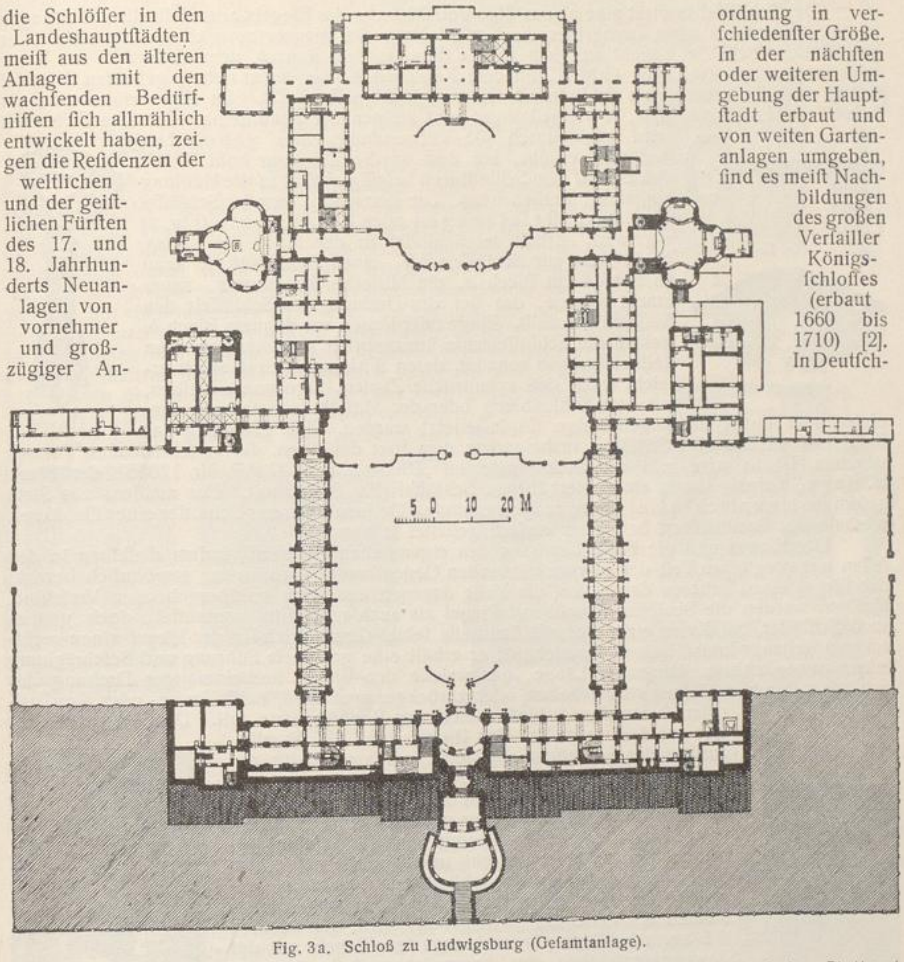


Fig. 3a. Schloß zu Ludwigsburg (Geſamtanlage).

land ſind hier zu nennen das Schloß zu Würzburg (1722—1744) [3] (Fig. 2), Mannheim, Stuttgart (1746—1807), Ludwigsburg (1704—1733) [4] (Fig. 3 und 3a), Wilhelmshöhe bei Caſſel, Schleißheim (1680—1700) [5], Nymphenburg bei München, Potsdam (1660—1700), Schönbrunn bei Wien (1696) u. a. m. In Italien iſt als großartiges Beiſpiel das Schloß zu Caſerta bei Neapel (1732, Architekt Vanvitelli) [6] anzuführen. Auch die übrigen europäiſchen Länder bieten noch eine Menge glänzender Beiſpiele, worüber ausgedehnte Literatur.

Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'Architecture française etc., Paris Bd. 3, Château, S. 173 ff. — [2] Les Plans, Profils et Elévations de Ville et Château de Versailles, Paris 1714. — [3] Keller, Balthaſar Neumann, Würzburg 1896. — [4] Paulus, E., Die Kunſt- und Altertumsdenkmale im Königreich Württemberg (Neckarkreis), Stuttgart 1889. — [5] Seidl, G. F., Das Kgl. Luſtſchloß Schleißheim, Leipzig 1885. — [6] Vanvitelli, B., Dichiarazione dei disegni del Reale Palazzo di Caserta, Neapel 1756. — [7] Gurlitt, Corn., Geſchichte des Barockſtils, des Rokoko etc., Stuttgart 1887.

Weinbrenner.

Schloß, ein Schließwerk, dazu beſtimmt, eine leicht lösbare und dennoch den abzuhaltenden Kräften gegenüber feſte Verbindung herzuſtellen [1].

Die Sicherheit eines gut gearbeiteten Schloſſes hängt im allgemeinen von denjenigen Mitteln ab, welche eine Verſchiebung des Riegels beim Gebrauch eines falſchen Schlüſſels verhindern. Je größer die Anzahl der Hinderniſſe — Zuhaltungen genannt — iſt, um ſo größer iſt die Sicherheit [2]. Schon in den älteſten geſchichtlichen Aufzeichnungen iſt von Schlöſſern die Rede [3], wenn auch damals der Verſchluß nur durch einen einfachen Riegel bewirkt worden iſt. Heutzutage werden die Schlöſſer nach dem Grade der Sicherheit in gewöhnliche Schlöſſer und Sicherheitsſchlöſſer und nach der Art des Anſchlagens derſelben in Kaſten-, eingelaſſene, Einſteck- und Vorhängeſchlöſſer eingeteilt. Bei jedem Schloſſe müſſen gewiſſe grundlegende Schloßteile [4] vorhanden ſein, und zwar ſind unbedingt notwendig: der Riegel, die Zuhaltung und der Schlüſſel, während die Falle, die Beſatzungen und Federn [1] fehlen können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der **Schlüssel** bewirkt eine planmäßige Verschiebung des Riegels oder stellt die Zuhaltungen so ein, daß mittels eines Drehgriffes die Verschiebung des Riegels bewirkt werden kann. Der gewöhnliche Schlüssel besteht aus dem Bart *a* (Fig. 1), dem Rohr *b*, dem Gesenk *c*, der Raute oder Räute, dem Ring oder Griff *d* und dem Köpfchen *e*. Bei einem richtig gebauten Schlüssel haben diese Teile eine vom Schlüsselrohr abhängige Abmessung [5]. Im allgemeinen wird ein Schloß um so sicherer sein, je vielgestaltiger und kleiner der Schlüsselbart ist. Die Sicherheit wird auch durch die Verwendung eines gebohrten Schlüssels erhöht, bei dem das Schlüsselrohr hohl ist, so daß ein auf dem Schloßblech befestigter Stift in die Höhlung eingeführt werden kann. Die Benutzung fremder Schlüssel wird durch Besatzungen oder Eingerichte (Fig. 2) erschwert. Erhält der Schlüssel in der Mitte des Bartes, winkelrecht zur Schlüsselachse, einen Einschnitt, so kann im Schloß ein Blech *a*, die Mittelbruchbesatzung, angebracht werden, das bei der Drehung des Schlüssels den Einschnitt ausfüllt. Ringe oder Reifen aus dünnem Blech *b*, welche die Schlüsselachse konzentrisch umgeben, werden Reifbesatzungen genannt, deren Wirkung auch dadurch erreicht wird, daß zylindrische Zapfen, sogenannte Kolben, mit dem Schloßblech oder der Mittelbruchbesatzung vernietet oder durch halbkugelförmige Köpfe ersetzt werden. Zur Erhöhung der Sicherheit werden dem Schlüssel, insbesondere dem Bart desselben, die verschiedensten Formen gegeben [1]; so wird z. B. das Präzisionsschloß „Diebesficher", D.R.P. Nr. 170851 der Firma H. Ruge, Leipzig durch einen vierbärtigen Schlüssel (Fig. 3) betätigt. Der meistens aus Stahl gefertigte Hauptschlüssel dient zum berechtigten Oeffnen mehrerer Schlösser eines Gebäudes, weshalb der Schlüsselbart besonders einfach gestaltet sein muß.

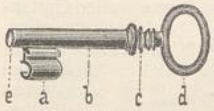


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Der **Riegel** und die **Falle** bewirken den eigentlichen Verschluß, indem dieselben in den festen unbeweglichen Teil des zu verschließenden Gegenstandes eindringen; gewöhnlich bewirkt der Riegel einen sicheren dauernden, die Falle dagegen nur einen vorübergehenden Verschluß. Meistens werden die Schlösser sowohl mit Riegel als auch mit Falle ausgerüstet, doch gibt es auch Schlösser, bei denen einer dieser Bestandteile fehlt. Gewöhnlich hat der Riegel einen rechteckigen, seltener kreisförmigen Querschnitt; er erhält eine geeignete Führung und Beschränkung seiner Beweglichkeit. Diejenige Länge, um welche der Riegel bei einmaliger Drehung des Schlüssels durch denselben vorgeschoben oder zurückgezogen wird, heißt Tour- oder Schlußlänge, die bei einem normalen Schloß gleich der Barthöhe sein soll. Der Angriff oder Eingriff ist jener Teil des Riegels, den die Angriffspunkte des Schlüssels abgeben, und zwar heißt das Schloß ein- oder zweitourig, je nachdem nur ein oder zwei Angriffe vorgesehen sind. Es gibt auch Riegel, die eine drehende Bewegung machen; diese Hakenriegel werden meistens durch Vermittlung eines gewöhnlichen Riegels gedreht und greifen mit einem Haken (Fig. 4) hinter ein Schließblech, wodurch, abgesehen von einer größeren Sicherheit, bei jenen Gegenständen ein Verschluß herbeigeführt wird, bei welchen die normale Bewegungsrichtung des Riegels mit der Bewegungsrichtung des beweglichen Teils übereinstimmt, z. B. bei Schiebetüren, Koffern, Pulten u. s. w. Derselbe Zweck kann unter Umständen auch durch einen Jagdriegel erreicht werden, der mit zwei oder mehreren Köpfen versehen ist, die sich hintereinander her bewegen und dadurch einen Verschluß bewirken, daß dieselben durch eine schleifenförmige Oese des Schließbleches hindurchgehen. Zur Erhöhung der Sicherheit werden vielfach die Schlösser mit einem Nachtriegel *d* (Fig. 5) ausgerüstet, der nur von einer Türseite aus mittels Betätigung eines Griffes ohne Schlüssel bewegt werden kann.


Fig. 4.

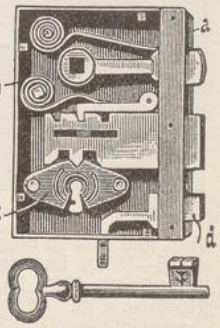


Fig. 5.

Die **Zuhaltungen** sind jene Schloßteile, welche eine Verschiebung oder Drehung des Riegels erst dann zulassen, wenn sie mittels des Schlüssels richtig eingestellt sind; auch sollen sie am Ende jeder Tour den Riegel mit Sicherheit festhalten, gleichgültig, ob schnell oder langsamer geschlossen worden ist. Wird diese Sperrung des Riegels nicht mit Sicherheit bewirkt, so „überschlägt" das Schloß, im andern Falle aber „hält es Tour". Im allgemeinen gibt es zwei Hauptarten von Zuhaltungen, je nachdem ihre Bewegungsrichtung parallel oder winkelrecht zur Schlüsselachse liegt. Die Zuhaltungen müssen ganz bestimmte Eigenschaften [1] haben und müssen sehr sorgfältig gebaut werden. Meistens werden die Zuhaltungen durch Federn in ihre Ruhelage zurückgebracht; führt aber der Schlüssel selbst die Zuhaltung wieder zurück, so heißt sie zwangsläufig, und jede Feder kann entbehrt werden [2], [3], [5].

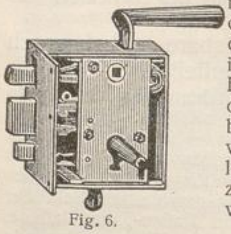


Fig. 6.

Außer diesen notwendigen Schloßteilen sind noch zu berücksichtigen die Nuß, der Türdrücker und die Federn. Die Nuß dient dem Drücker als Stütze und Drehpunkt und hat dessen Bewegung auf die Falle zu übertragen. Der Türdrücker ist ein Hebel, der durch Vermittlung der Nuß die Falle betätigt [4], wobei zu bemerken ist, daß diese

beiden Teile auch aus einem Stück bestehen können, wie bei dem Knebeldrücker (Fig. 6), oder die Verbindung beider wird durch einen Stift mit quadratischem Querschnitt, besser aber durch Kreuzführung (Fig. 7, D.R.G.M.) bestimmt, weil dann eine zweckmäßige Drückerbefestigung stattfindet. Die Federn wirken infolge der Elastizität des Materials und werden meistens als Spiral- oder Blattfedern, seltener als Stangenfedern benutzt.

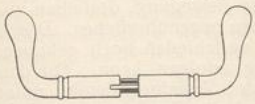


Fig. 7.

Die einfachsten Schlösser sind die **Kastenschlösser**, die sich teilweise in einem eisernen Kasten befinden und meistens auf der Tür so befestigt sind, daß dieselben hervorragen. Die einfachste Form ist das Knopfriegelschloß (Fig. 8), mit einem Riegel, der an der einen Seite durch den Schlüssel, an der andern Seite durch einen Ziehknopf betätigt wird. Die Kastenschlösser kommen in verschiedenen Formen in den Handel und sind meistens mit einer hebenden Falle (Fig. 5) ausgerüstet, die eine drehende und keine fortschreitende Bewegung macht; der Schloßstulp oder Strudel *a* bildet die vordere Seitenwand des Schloßkastens, dessen drei schmale aufrecht stehende Teile *b* Umschweif heißen; die freiliegende Seite des Schloßkastens heißt das Schloßblech, während der Schloßkasten nach der Türseite zu durch ein Deckblech geschlossen sein oder auch ohne dieses angeschlagen werden kann. Die Befetzung *c* wird mit den Schenkelfüßen festgehalten. Die Kastenschlösser, welche jetzt nur noch für untergeordnete Räume Verwendung finden, werden auch als Fallenschloß (Fig. 9) mit und ohne Nachtriegel gebaut. Wird der Schloßkasten über den Stulp hinaus so weit verlängert, daß die ausgeschobenen Schloßteile durch denselben geschützt sind, so heißt das Schloß „überbaut" (Fig. 10), wobei die Schloßdecke sowohl über den ganzen Schloßkasten oder nur über einen Teil desselben reichen kann.

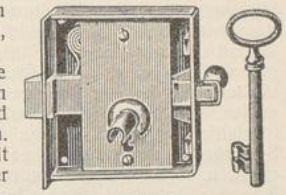


Fig. 8.

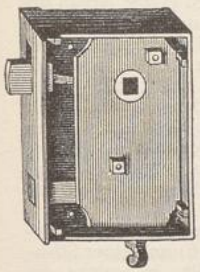


Fig. 9.

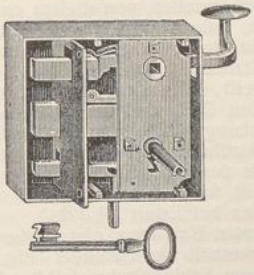


Fig. 10.



Fig. 12.

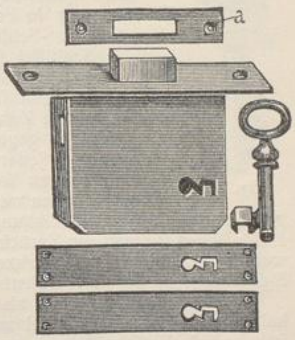


Fig. 11.

Seit etwa 100 Jahren wird der Türrahmen stärker gemacht als früher, so daß ohne bedenkliche Schwächung desselben das Schloß in eine entsprechende Vertiefung des Rahmens hineingesenkt werden kann, wenn die Höhe des Schlosses keine allzugroße ist. Diese **Einsenkschlösser** (Fig. 11) werden fast ausschließlich mit schließenden oder schießenden Fallen versehen, die nur eine fortschreitende aber keine drehende Bewegung ausführen können. Die Oeffnung in der festen Türverkleidung, in welche der Riegelkopf in ausgeschobenem Zustand hineinragt, heißt das Schließblech *a*; es wird in die Türverkleidung eingelassen. Für die meisten Zimmertüren werden Einsteckschlösser mit Riegel und Falle benutzt, wobei dann auch die reibungsfreien Kettenkontrafedern für die Nuß (Fig. 12) Anwendung finden können. Bei Vorsaaltüren wird häufig gewünscht, die Falle von der Außenseite nicht durch einen Drücker, sondern durch den Schlüssel zurückziehen zu können. Zu diesem Zwecke dient ein Hebel, Wechsel genannt (Fig. 13), dessen einer Arm auf die Falle wirkt, während der andre durch den Schlüssel betätigt werden kann. Die in neuerer Zeit immer mehr Verbreitung findenden Schiebetüren machen zu deren Verschluß ganz eigenartige Schlösser notwendig, weil kein feststehender Teil vorhanden ist, in den der Riegel hineingeschoben werden kann; hier sind die Hakenriegel (Fig. 4) ganz besonders geeignet. Zum Herausziehen der Tür dient ein Handgriff an der Stulpseite, der in das Schloß hineingeschoben werden kann und dort durch eine Feder festgehalten wird; diese Feder kann durch einen bis an den Stulp heranreichenden Hebel aus- und eingeklinkt werden.

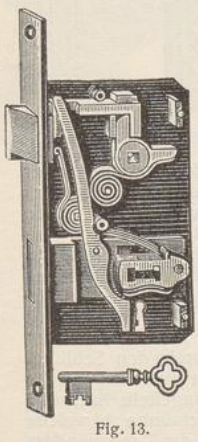


Fig. 13.

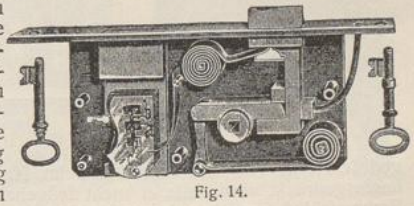


Fig. 14.

Sicherheitsschlösser müssen ganz besondere Bedingungen erfüllen und sind besonders dadurch gekennzeichnet, daß sie stets mehr als eine Zuhaltung haben [1], [2], [7]. Das verbreitetste Sicherheitsschloß ist das Chubbschloß (Fig. 14), gekennzeichnet durch einen

Schlüffel mit Bartſtufen, deren Anzahl zu der Zahl der Zuhaltungen in einem planmäßigen Abhängigkeitsverhältniſſe ſteht. Die Zuhaltungen ſind mit Ausſchnitten *a*, Fenſter genannt, verſehen, die durch Stege *b* miteinander verbunden ſind. In dieſen Ausſchnitten befindet ſich ein Zuhaltungsſtift *c*, der an dem Riegel befeſtigt iſt und nur dann eine Bewegung desſelben zuläßt, wenn bei allen Zuhaltungen die Verbindungsſtege dem Stift genau gegenüberſtehen. Durch die verſchiedenen Schlüſſelſtufen werden die einzelnen Zuhaltungen verſchieden hoch gehoben, ſo daß nur mit dem zugehörigen Schlüſſel eine richtige Einſtellung erfolgen kann. Für den guten Gang eines Chubbſchloſſes iſt die Feſtſtellung der Form der Zuhaltungsfenſter unter Berückſichtigung der verſchiedenen Querſchnitte des Riegelſtiftes und die Ermittlung des Eingriffes von ſehr großer Bedeutung [1], [2], [4], [5], weshalb dieſe Zuhaltungen beſonders ſorgfältig ausgeführt werden müſſen. Das Chubbſchloß, welches heute noch zu den beſten Sicherheitsſchlöſſern gerechnet werden kann, hat im Laufe der Zeiten vielfache Verbeſſerungen erfahren, ſo z. B. durch Anordnung von mehreren Zuhaltungsgruppen, die durch je einen beſonderen Stufenbart (Fig. 3) betätigt werden oder dadurch, daß die Zuhaltungen unter Ausſchluß von Federn zwangsläufig in ihre Ruhelage zurückgeführt werden, oder daß die drehende Bewegung der Zuhaltungen durch eine fortſchreitende erſetzt wird; hierher gehören u. a. die Schlöſſer von Braun-Chemnitz, Spengler-Berlin, Arnheim-Berlin, Kleinau-Hamburg, Herrmann-Nürnberg, Ruge-Leipzig u. ſ. w. [1]—[3].



Fig. 15.

Eine ganz bedeutende Verbeſſerung der Sicherheitsſchlöſſer wurde durch Th. Kromer in Freiburg i. B. durch ſein als Geldſchrankſchloß ſehr verbreitetes „Protektor"-Schloß [1]—[3] eingeführt, bei dem ein eigenartig gebauter, doppelbartiger Schlüſſel (Fig. 15) verwendet wird, deſſen Bartſtufen Hinter- und Unterſchneidungen zeigen, die es unmöglich machen, von dieſem durch D.R.P. Nr. 45732 geſchützten Schlüſſel Wachsabdrücke behufs Nachahmung anzufertigen. Die elf zwangsläufigen Zuhaltungen liegen in einem beſonderen Drehzylinder, welcher an zwei einander gegenüberliegenden Stellen Ausſchnitte erhält, in welche einer der beiden Flügel jeder Zuhaltung eingreift, falls nicht durch den richtigen Schlüſſel die Zuhaltungen ſo eingeſtellt worden ſind, daß die vorſtehenden Flügel ſo weit zurückgeſchoben werden, um eine Drehung derſelben in dem Drehzylinder vornehmen zu können. Auf jede Zuhaltung wirken zwei Bartſtufen, die einander gegenüber in gleicher Höhe liegen, ſo daß ein Zurückziehen des Riegels durch den Drehgriff erſt dann erfolgen kann, wenn alle Zuhaltungen gleichzeitig richtig geſtellt ſind. Eine ähnliche Konſtruktion zeigt das Sicherheitsſchloß von J. Schubert in Ilvergehofen bei Erfurt [1], [2].

Bei dem ſchon mehr als 100 Jahre bekannten Brahmaſchloß bewegen ſich die Zuhaltungen (Schieber) parallel zur Schlüſſelachſe, weshalb der Schlüſſel (Fig. 16) an ſeiner Stirnſeite radiale Einſchnitte von verſchiedener Tiefe im Schlüſſelrohre ſelbſt erhält, in welche die Schieber eingreifen, ſo daß dieſe mit ihren vorgeſehenen, in verſchiedener Höhe liegenden Einſchnitten gerade einer Halbſcheibe gegenüberſtehen, worauf eine Drehung des Drehzylinders (Fig. 17) ausgeführt werden kann. Die Zuhaltungen werden durch eine Spiralfeder ſtets nach außen

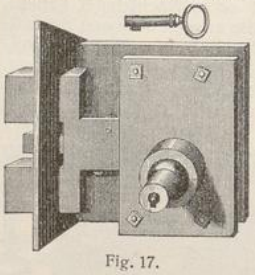


Fig. 17.

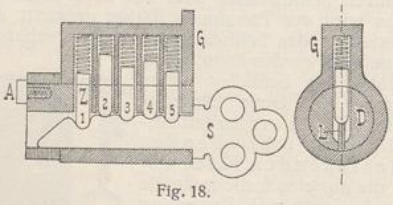


Fig. 18.



Fig. 19.

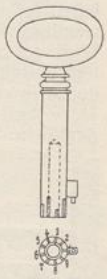


Fig. 16.

gedrückt, ſo daß der Schlüſſel beim Hineinführen in das Schlüſſelloch federt und wieder herausgedrückt wird, falls er nicht feſtgehalten oder ſchon ein wenig gedreht worden iſt. Das Brahmaſchloß, welches heute noch vielfach als Geldſchrankſchloß Verwendung findet, wurde vielfach verbeſſert [1], beſonders durch unregelmäßige Anordnung der Zuhaltungen, durch Verdopplung derſelben, durch Hinzufügung eines äußeren Zahnkranzes (D.R.P. Nr. 71766 von Zahn in Dresden) oder durch Veränderung der Halteſcheibe u. ſ. w. Durch Verbindung des Brahma- und des Chubbſchloſſes wird ein auch den weitgehendſten Anforderungen entſprechendes Sicherheitsſchloß erhalten.

Bei dem aus Amerika ſtammenden Stech- oder Yalesſchloß (Fig. 18) kann in dem mit einem ſeitlichen Ausbau verſehenen Gehäuſe *G* ein Drehzylinder *D* durch den Schlüſſel gedreht werden, ſobald der an einer Seite mit wellenförmigen Ausſchnitten verſehene flache Schlüſſel *S* die aus zwei Teilen beſtehenden Zuhaltungsſtifte *Z* (1—5) ſo eingeſtellt hat, daß deren Teilungsebene genau in die Mantelfläche des Drehzylinders fällt. Die Schraube *A*, welche gleichzeitig zur Verbindung der einzelnen Teile dient, überträgt die Drehung des Drehzylinders auf den Riegel, ſo daß dadurch deſſen Verſchiebung in der gewünſchten Richtung erfolgt. Zur Erhöhung der Sicherheit kann der Schlüſſel auch aus gewelltem Blech (Fig. 19) hergeſtellt oder das Schlüſſelblech kann ſchraubenförmig gewunden werden, in welchem Falle dann natürlich die Zuhaltungsſtifte auch in eine Schraubenfläche ſtatt in eine Ebene verlegt werden müſſen, wodurch dann allerdings der Vorteil eines flachen Schlüſſels aufgegeben wird.

Durch Vereinigung von zwei oder mehreren flachen Nachſchlüſſeln von gleicher Breite in einer mit einer entſprechenden Oeffnung verſehenen Hülſe von rechteckigem Querſchnitte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entſteht der ſogenannte Styriaſchlüſſel (Fig. 20), welcher eine gewiſſe Aehnlichkeit mit einem Taſchenmeſſer hat, da der eigentliche Schlüſſel *A* durch Drehung um den Zapfen *E* in die Hülſe *H* hineingeklappt werden kann. Zu den Schlöſſern mit Stechſchlüſſel dieſer Form gehört das Defenſorſchloß von C. Ade in Berlin (Fig. 21), welches keinerlei Federn hat. Behufs Oeffnen desſelben wird der Stechſchlüſſel in das Schlüſſelloch *A* hineingedrückt und durch Drehung der Nuß *N* mittels eines Drehgriffs ein Aufſteigen des Verſchlußriegels *XX* bewirkt; dadurch wird den um den Zapfen *C* drehbaren Zuhaltungen *I* eine Drehung erteilt, ſo daß die kleinen Zuhaltungsſtifte *s*, veranlaßt durch die Einſchnitte des Schlüſſels, ſich ſo ſtellen, daß die Einſchnitte der Zuhaltungen genau dem Riegelſtifte *B* gegenüber liegen; nun iſt einer vollſtändigen Zurückſchiebung des Riegels *R* nichts mehr im Wege [1], [2], [3]. Zu derſelben

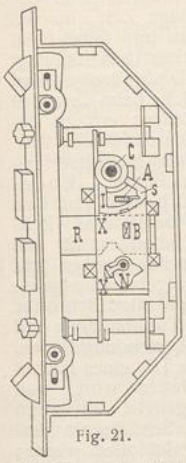


Fig. 21.

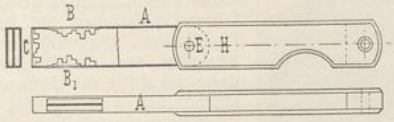


Fig. 20.



Fig. 22.

Schloßgruppe gehören unter anderm die Geldſchrankſchlöſſer von Karl Hermann in Nürnberg, von J. Oſtertag in Aalen (Fig. 22), von Lindener in Berlin u. ſ. w.

Vorlage- oder **Vorhängeſchlöſſer** werden zum Verſchließen von Räumen oder Behälter angewendet, welche nur ſelten geöffnet werden ſollen oder dort, wo zeitweiſe außer dem gewöhnlichen Verſchluſſe eine größere Sicherheit erzielt werden ſoll [1]. Sie ſind für die Handhabung unbequem, weil zu ihrer Betätigung beide Hände benutzt werden müſſen und außer dem Schloſſe noch eine Ueberfalle mit Krampe oder entſprechende Oefen notwendig ſind. Das einfachſte Vorhängeſchloß, Radſchloß genannt, hat einen radförmigen Riegel, wird aber in neuerer Zeit immer mehr durch das Riegelvorhängeſchloß (Fig. 23) verdrängt. Der Bügel eines jeden Vorhängeſchloſſes läßt ſich nach dem Zurückziehen des Riegels oder dem Einſtellen der Zuhaltungen bei dem Yaleſchloß (Fig. 24) um einen Bolzen drehen, wodurch dann ein Herausziehen des Schloſſes aus der Haſpe möglich wird. Es ſind auch Verſuche gemacht worden, die verſchiedenen Sicherheitsſyſteme gewöhnlicher Schlöſſer bei den Vorhängeſchlöſſern zu verwenden, doch ſcheint ein ſolches Vorgehen deshalb von geringem Wert, weil Bügel ſowohl wie Haſpe durch Anwendung einer Feile zerſtört werden können. Hierher gehört auch das Buchſtaben-, Mal- oder Ringſchloß [1], [5], zu deſſen Betätigung kein Schlüſſel (Fig. 25)


Fig. 23.

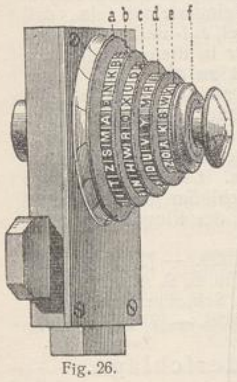


Fig. 26.

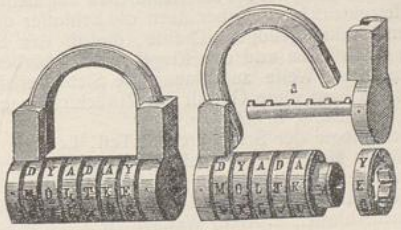


Fig. 25.



Fig. 24.

gebraucht wird, ſondern es iſt nur nötig, die zur Kennzeichnung der richtigen Stellung mit Buchſtaben verſehenen Ringe [3] ſo einzuſtellen, daß der mit Zähnen verſehene Stift *a* an dem Bügel herausgezogen werden kann; dieſes Schloß leidet an dem Nachteil, daß es ohne genügende Beleuchtung nicht zu betätigen iſt.

Die Kombinations-, Permutations- oder Buchſtabenſchlöſſer können ohne Schlüſſel geöffnet werden [1], weshalb dieſelben auch kein Schlüſſelloch notwendig haben, wodurch die Sicherheit erhöht wird. Dagegen können dieſe Schlöſſer, zu welchen auch das zuletzt genannte Mal- oder Ringſchloß gehört, nur bei genügender Beleuchtung benutzt werden, da die Zuhaltungen meiſtens durch Vermittlung von Scheiben (Fig. 26), auf welchen ſich Buchſtaben befinden, in der Weiſe eingeſtellt werden, daß vorgeſehene Einſchnitte mit dem Einſchnitt der hinterſten Scheibe einem Buchſtabengeheimnis entſprechend zuſammenfallen, ſo daß dann der Verſchiebung des Riegels mit einem Drehgriffe nichts mehr im Wege iſt. Meiſtens ſind die neueren Sicherheits- oder Kombinationsſchlöſſer ſo eingerichtet, daß einfach und ſchnell eine Verſtellung des Buchſtabengeheimniſſes ſtattfinden kann. Dieſe Buchſtaben- oder Kombinationsſchlöſſer werden beſonders in Amerika zum Verſchluß von Geldſchränken angewendet, doch iſt zu empfehlen, außerdem ein durch einen Schlüſſel betätigtes Sicherheitsſchloß anzuwenden.

Die **Vexierſchlöſſer** beſtehen im weſentlichen darin, daß gewiſſe teils verborgene, teils

ſichtbare Knöpfe, Schrauben, Schieber u. ſ. w. eine beſtimmte Lage einnehmen müſſen, bevor ein Oeffnen des Schloſſes bewirkt werden kann [1]. Sie haben keinerlei praktiſche Bedeutung, ſind aber trotzdem vielfach patentiert worden.

Von größerer Bedeutung ſind die **Zeitſchlöſſer**, welche für Geldſchrank- und Treſortüren (vgl. Fig. 17, Bd. 4, S. 355) deshalb angebracht werden, um jedes Schlüſſelloch und jede ſonſtige Oeffnung oder Unterbrechung der äußeren Türplatte entbehrlich zu machen; zu dieſem Zwecke wird die ganze Verſchlußvorrichtung der Tür in das Innere [1] verlegt. Ein auf das ſorgfältigſte hergeſtelltes Schloß wird mit in der Regel zwei oder drei voneinander unabhängig wirkenden Chronometern (Fig. 27) ſo in Verbindung gebracht, daß der Wertbehälter nur zu der vor dem Schließen beſtimmten Zeit, ſelbſt von dem Inhaber von Schlüſſeln, geöffnet werden kann. Die Uhrwerke können auf beliebige Zeit, bis auf 72 Stunden, eingeſtellt werden und ſelbſt beim Verſagen von zwei Uhrwerken bewerkſtelligt dann das dritte die Oeffnung. Dieſe Türen werden mit Schlöſſern ausgerüſtet, welche beim Zuwerfen der Tür dieſe ſelbſttätig ſchließen; erſt zu der beſtimmten Zeit kann ein Oeffnen wieder ſtattfinden. Die großen Geldſchrankſpezialfabriken Panzer-Berlin, Arnheim-Berlin, Bode-Hannover, Vereinigte Geldſchrankfabriken A.-G.-Stuttgart haben ihre beſonderen Zeitſchlöſſer gebaut, welche ſich beſonders für den Gebrauch von öffentlichen großen Banken und Kaſſen, nicht aber für den Privatgebrauch eignen.

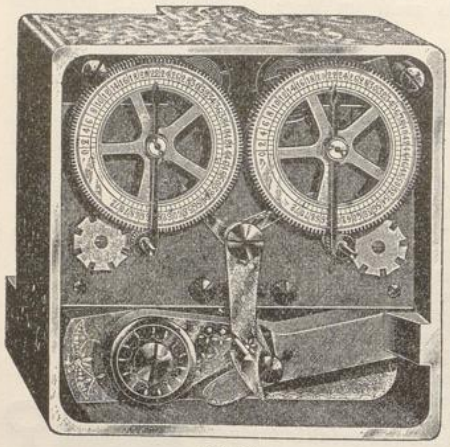


Fig. 27.

Schließlich ſollen noch die **Kontrollſchlöſſer** erwähnt werden, welche bei Treſoranlagen mit vermietbaren Fächern (Safes) Anwendung finden, indem zu dieſem Zwecke jede Tür eines Faches durch zwei Schlöſſer verſchloſſen wird, von denen das eine nur dann zugänglich iſt, wenn das andre (das erſte), deſſen Schlüſſel in Verwahrung der Bank iſt, aufgeſchloſſen wurde; dagegen wird beim Zuſchließen des zweiten Schloſſes, deſſen Schlüſſel der Mieter des Faches hat, gleichzeitig das erſte Schloß des Bankbeamten mit verſchloſſen.

Dem beſonderen Zweck entſprechend erhalten einzelne oder alle Türen von wiſſenſchaftlichen oder gemeinnützigen Anſtalten ſowie auch die Türen von Geldſchränken und Treſoranlagen ein- oder mehrfachen Verſchluß, oder die Schlöſſer müſſen ſo eingerichtet ſein, daß ſie ſich alle durch einen beſtimmten Schlüſſel, den ſogenannten Hauptſchlüſſel, auf- und zuſchließen laſſen, der dann am zweckmäßigſten aus Stahl hergeſtellt wird. Um aber in dieſem Falle auch einen Verſchluß bewirken zu können, der nicht mit dem Hauptſchlüſſel zu öffnen iſt, bringt man (z. B. in Hotels, Krankenhäuſern u. ſ. w.) ein zweites Schloß in Augenhöhe an und benutzt dazu wegen der kleinen handlichen Schlüſſel die amerikaniſchen Yalesſchlöſſer. — Um ein Schloß ohne den zugehörigen Schlüſſel aufzuſchließen, benutzen die Schloſſer die ſogenannten Sperrhaken (Dietriche), d. h. im Winkel gebogene Drähte, die in das Schlüſſelloch eingeführt werden, um die Zuhaltungen einzuſtellen und den Riegel zu verſchieben. Es ſind jedoch nur die gewöhnlichen Schlöſſer auf dieſe Weiſe zu öffnen; die Sicherheitsſchlöſſer erfordern eine genaue Kenntnis der Konſtruktion, um ohne Gewalt ein Zurückſchieben des Riegels bewirken zu können. Vgl. Nachſchlüſſel, Bd. 5, S. 550.

Literatur: [1] Hoch, Technologie der Schlofferei, 1. Teil, Leipzig 1899. — [2] Derſ., Die neueren Sicherheitsſchlöſſer, Berlin 1891. — [3] Buch der Erfindungen, Bd. 6, 9. Aufl., Leipzig 1900. — [4] Hoch, Der praktiſche Schloſſer, 3. Aufl., Leipzig 1907. — [5] Derſ., Schloßkonſtruktionen, Leipzig 1890/91. — [6] Price, G., Geld- und Dokumentenſchränke, Leipzig 1859. — [7] Lüdicke, A., Der Kunſt-, Bau- und Maſchinenſchloſſer, 2. Aufl., Weimar 1892. *Julius Hoch.*

Schloßen, Bezeichnung für große Hagelkörner; ſ. Niederſchläge.

Schlofferlatun, ſ. Meſſing.

Schloßholz, ſ. Bemaſtung.

Schlot, jedes lange Rohr zur Ableitung, ſei es Rauch oder Unrat, ſ. Schornſtein und Lüftung geſchloſſener Räume.

Schlotſteine, ſ. Kaminſteine, Läuferverband.

Schlotte, natürliche Höhle im Gebirge, zuweilen mit Waſſer gefüllt.

Schluck. Wenn die einander zugekehrten Flächen zweier Mühlſteine (ſ. d.) ſich nicht in ihrer ganzen Ausdehnung berühren, ſondern ſich nach der Mittelachſe hin voneinander entfernen, ſo nennt man den hierdurch entſtehenden leeren Ringraum von keilförmigem Querſchnitt den „Schluck“. *Arndt.*

Schluck (Schlick), ſ. Bernſtein.

Schlüpfung, ſ. Wechſelſtrommaſchine.

Schlüſſel, ſ. Schloß und Schraubenſchlüſſel.

Schluff, ſ. Schlamm.

Schlupfpforte (Schlupftor), 1. fchmale Türe an großen Einfahrtstoren, 2. f. v. w. Ausfallpforte an Feftungswerken; f. a. Viollet-le-duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française etc., Bd. 7, Porte, S. 314 ff., Paris 1854/68. *Weinbrenner.*

Schlußlaterne, f. Signale am Zuge.

Schlußlinie, f. Auflager, Balken (auch graphifche Berechnung), Bogen, Träger u. f. w.

Schlußfignal, f. Signale am Zuge.

Schlußftein, der in einem Gewölbequerfchnitt am höchften gelegene, die Scheitellinie oder den Scheitelpunkt (f. Scheitel) enthaltende Stein (f. Gewölbe).

Schmalfpur, Schmalfpurbahnen, f. Eifenbahnbetrieb, Spurweite.

Schmalte, f. Smalte.

Schmand, künftlich zerriebenes feines Geftеinsmaterial, wie es fich z. B. beim Bohren, Schleifen u. f. w. ergibt.

Schmandband, von Bacher, f. Klärung der Wafchwaffer.

Schmafchen, die aus Südamerika ftammenden getrockneten kleineren Felle von nur wenige Tage alten Lämmern.

Schmauchen, Austreiben der Feuchtigkeit aus nahezu trockenen Tonwaren nach dem Einfetzen derfelben in die Brennöfen durch allmähliches Anwärmen. Letzteres muß um fo langfamer erfolgen, je dichter die zu brennende Ware ift. Vgl. Oefen zum Brennen von Ziegeln u. f. w.

Schmelz, f. v. w. Email (f. d.).

Schmelzdraht, f. Bleificherung.

Schmelzen heißt der Uebergang fefter Körper in den flüffigen Zuftand. Man nimmt an, daß alle Körper fchmelzbar find, wenn auch noch nicht alle flüffig erhalten wurden. Der Eintritt des Schmelzens ift an eine gewiffe Temperaturhöhe, die Schmelztemperatur, gebunden, welche von der Körperart und außerdem etwas vom fpezififchen Drucke p auf den Körper an der Schmelzftelle abhängt. Wenn von der Schmelztemperatur ohne Angabe eines Druckes die Rede ift, fo pflegt man darunter die Schmelztemperatur beim Drucke einer Normalatmofphäre (von 760 mm Queckfilberfäule oder 10333 kg pro Quadratmeter, vgl. Bd. 1, S. 338) zu verftehen, was auch im folgenden gelten foll. Der umgekehrte Uebergang, aus dem flüffigen in den feften Zuftand, wird bei Körpern, welche bei gewöhnlicher Temperatur flüffig find, Gefrieren und im allgemeinen Erftarren (f. d.) genannt. Die Schmelztemperatur und Gefriertemperatur oder Erftarrungstemperatur gelten gewöhnlich als identifch. Während der ganzen Dauer des Schmelzens oder Erftarrens unter konftantem Drucke bleibt diefe Temperatur konftant. Ganz ähnlich liegen die Verhältniffe bei Uebergängen zwifchen dem flüffigen und gasförmigen Zuftand (f. Sieden).

a) Schmelzpunkt, Gefrierpunkt, Erftarrungspunkt find gebräuchliche Bezeichnungen für Schmelztemperatur, Gefriertemperatur, Erftarrungstemperatur. Es ergaben fich z. B. beim Drucke $p = 1$ Atmofphäre:

Für	Schmelzpunkt t^0	Beobachter	Für	Schmelzpunkt t^0	Beobachter
Iridium	1950	Violle	Zink	421	Griffith
Platin	1775	„	„	419	Reichsanftalt
Eifen, rein . . .	1500—1600	Pouillet	Blei	329	Griffith
Stahl	1300—1400	„	„	327	Reichsanftalt
Roheifen, grau . .	1100—1200	„	Kadmium	322	„
„ weiß . .	1050—1100	„	Wismut	270	Griffith
Gold	1064	Reichsanftalt	Zinn	232	„
Kupfer	1065	„	Waffer	0	
„	1054	Violle	Meerwaffer . . . (3,535 % fefte Subftanz)	—9	Petterffon
Silber	954	Reichsanftalt	Queckfilber . . .	—39	Vicentini
Aluminium . . .	657	„	Kohlenfäure . . .	—57	Faraday
Antimon	630	„			

Ferner fand Wroblewfki bei 25 mm Druck für Schwefelkohlenftoff —110°, für Alkohol —130,5° ([9], S. 251, 253, [16], S. 646, 883) und Olfzewski bei 60 mm Druck für Stickftoff —214° ([10], S. 350). Weitere Angaben f. bei den verfchiedenen Metallen u. f. w., in [23], S. 770, und befonders in [20]. Für manche technifche Zwecke werden Metallgemifche von niedrigem Schmelzpunkt verlangt. Der letztere liegt annähernd beifpielsweife

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für Klifcheelegierung	von rund		2 *Sn*	2 *Pb*	5 *Sb*	bei	105°
„ Rofes Gemifch	„	„	1 *Sn*	1 *Pb*	2 *Sb*	„	95°
„ d'Arcets Gemifch	„	„	3 *Sn*	5 *Pb*	8 *Sb*	„	95°
„ Woods Gemifch	„	„	1 *Cd* 1 *Sn*	2 *Pb*	4 *Sb*	„	65—70°
„ Lipowitz' Gemifch	„	„	3 *Cd* 4 *Sn*	8 *Pb*	15 *Sb*	„	60—65°

Andre Legierungen f. [20], S. 296, 308. Ueber eigentümliche Schmelzungserfcheinungen bei letzteren (zwei Schmelzpunkte u. f. w.) f. [16], S. 677, [23], S. 805; Erftarrungspunkte von Löfungen f. [16], S. 683, 846, [23], S. 787; Kältemifchungen f. [16], S. 705, [23], S. 800.

b) Erftarrungsverzüge (Unterkühlung, Ueberfchmelzung). Aehnlich den Siedeverzügen (f. Sieden) können Erftarrungsverzüge eintreten, derart, daß die Temperatur unter die normale Erftarrungstemperatur finkt, ohne daß der Körper feft wird. Dies kommt befonders bei Fernhalten jeder Erfchütterung und von Luft vor, wodurch Despretz das Waffer bis —20° flüffig erhalten konnte, doch läßt fich das Erftarren auch durch ftarke Bewegung verzögern, was Monti bei Waffer durch Rühren bis —7° gelang. Sobald jedoch nach folchen Unterkühlungen das Erftarren eintritt, wozu im erfteren Falle fchon Berührung der Flüffigkeit mit einem Stück des betreffenden feften Körpers zu genügen pflegt, erfolgt dasfelbe fehr rafch, wobei die Temperatur fofort auf die normale Schmelztemperatur fteigt. Näheres und Literatur über diefe zuerft 1721 von Fahrenheit beobachtete ([1], S. 102), noch nicht genügend erklärte Erfcheinung f. [1], S. 101, [16], S. 644, [23], S. 771.

c) Schmelzwärme heißt diejenige Wärmemenge r, welche dem fchmelzenden Körper pro Kilogramm bei konftantem Drucke p von Beginn des Schmelzens an zugeführt werden muß, um ihn aus dem feften in den flüffigen Zuftand zu bringen. Da diefe Wärmezufuhr fich nicht durch eine Temperaturerhöhung bemerklich macht, fo wurde die Schmelzwärme früher latente Schmelzwärme genannt (vgl. Latente Wärme). Beim Erftarren wird die Schmelzwärme wieder frei, womit fich die rafche Temperaturerhöhung bei Unterbrechung von Erftarrungsverzügen erklärt. Nach Verfuchen von Perfon [2], XXX, S. 80, Heß, Bunfen beträgt die Schmelzwärme des Waffers beim Drucke einer Atmofphäre 80 Kalorien. Demgemäß erhält man z. B. durch Mifchen von

1 kg Waffer von 80° mit 1 kg Eis von 0° 2 kg Waffer von 0°,
1 kg „ „ 80° „ 1 kg Waffer „ 0° 2 kg „ „ 40°.

Weiter gelten bei $p = 1$ Atmofphäre in Kalorien:

Für	Schmelzwärme r	Beobachter	Für	Schmelzwärme r	Beobachter
Waffer	80	Perfon u. f. w.	Silber	21,07	Perfon
Kupfer	43	Richards	Zinn	14,25	„
Gußeifen, weiß .	33	Gruner	Wismut	12,64	„
„ grau .	23	„	Schwefel . . .	9,37	„
Gußeifenfchlacke	50	„	Blei	5,37	„
Zink	28,13	Perfon	Phosphor . . .	4,74	Petterffon
Platin	27,18	Violle	Queckfilber . .	2,82	Perfon

Weitere Werte f. insbefondere [20], S. 470, über Beziehungen zwifchen der Schmelzwärme und den fpezififchen Wärmen des feften und flüffigen Körpers [16], S. 662; fonftiges über die Schmelzwärme [16], S. 655, [23], S. 776, und unten d), e).

d) Wärmetheoretifche Beziehungen. Sind σ, s die Volumina von 1 kg des feften und flüffigen Körpers bei der Schmelztemperatur $t = f(p)$, fo hat man das fpezififche Volumen (Volumen der Gewichtseinheit) eines fchmelzenden Körpers von der fpezififchen Flüffigkeitsmenge x (Flüffigkeitsgewicht in der Gewichtseinheit Gemifch) mit $u = s - \sigma$:

$$v = xs + (1 - x)\sigma = xu + \sigma. \qquad 1.$$

Bezeichnen $T = 273 + t$ die abfolute Temperatur und $1/A = 424$ das mechanifche Wärmeäquivalent, fo befteht während des Schmelzens die der Clapeyronfchen Gleichung (Bd. 2, S. 470) analoge Beziehung:

$$\frac{r}{u} = AT\frac{dp}{dt}, \qquad 2.$$

welche unter anderm das Verhältnis der ganzen Schmelzwärme r zu den auf innere Arbeit (f. d.) und äußere Arbeit (f. d.) verwendeten Teilen ϱ und Apu derfelben beftimmt:

$$\frac{r}{Apu} = T\frac{dp}{pdt} = 1 + \frac{\varrho}{Apu}, \qquad r = \varrho + Apu. \qquad 3.$$

ϱ heißt die innere Schmelzwärme, Apu die äußere Schmelzwärme. Bezeichnen fchließlich noch q die Wärmemenge, welche nötig ift, um 1 kg des feften Körpers von der Temperatur 0° C. oder einem andern Ausgangspunkt bei konftantem Drucke p auf die Schmelztemperatur $t = f(p)$ zu bringen (analog der Flüffigkeitswärme, Bd. 4, S. 98; vgl. a. Spezififche Wärme), und wird gefetzt $\lambda = q + r$ (analog der Gefamtwärme, Bd. 4, S. 410), fo gelten während des Schmelzens alle die Beziehungen, welche in Bd. 2, S. 542, mit andrer Bedeutung der darin auftretenden Größen für Dampf- und Flüffigkeitsgemifche gegeben wurden. Vgl. [3], [5], [16], S. 674, [24], S. 389.

e) Volumenänderungen. In der Regel tritt mit dem Schmelzen eine Volumenzunahme oder Dichtigkeitsabnahme ein, fo daß $u = s - \sigma$ und die äußere Schmelzwärme Apu pofitiv find. Doch kommt auch das Gegenteil vor, z. B. bei Waffer. Beim Drucke $p = 1$ Atmofphäre hat man unter anderm für die Volumina v, σ, s pro Kilogramm in Kubikmetern:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für	Feſt bei 0° $1000\,v$	Schmelzpunkt t^0	Feſt bei t^0 $1000\,\sigma$	Flüſſig bei t^0 $1000\,s$	Differenz $u = s - \sigma$	Beobachter
Waſſer . .	1,09082	0	1,09082	1,00013	— 0,09069	Bunſen
Zinn . . .	0,13698	226	0,13921	0,14310	0,00389	Vicentini und Omedei
Kadmium .	0,11537	318	0,11952	0,12516	0,00564	
Wismut . .	0,10218	271	0,10338	0,09996	— 0,00342	
Blei . . .	0,08804	325	0,09087	0,09394	0,00307	

Durch die Volumenzunahme des Waſſers beim Gefrieren erklären ſich manche Erſcheinungen bei eintretendem Froſt (Brüche von Waſſerleitungsröhren u. ſ. w.), während die beobachtete Volumenzunahme oder Dichtigkeitsabnahme des Zinns beim Schmelzen dazu zwang, das Schwimmen des feſten Zinns auf dem flüſſigen unabhängig vom Gewicht zu erklären [8], S. 234, [16], S. 654. — Nach obigen Reſultaten würde z. B. die äußere Schmelzwärme des Waſſers $A p u = -A \cdot 10333 \cdot 0{,}00009069 = 0{,}00221$ Kalorien und die innere Schmelzwärme des Waſſers $\varrho = 80 + 0{,}00221$ Kalorien, ſo daß der Wert der äußeren Schmelzwärme innerhalb der Fehlergrenzen der ganzen Schmelzwärme $r = 80$ Kalorien liegt. Weitere Werte von s, σ, u ſ. z. B. [8], [15], [16], S. 647, 672, [23], S. 775; vgl. die Tabellen der Dichtigkeiten, Bd. 2, S. 741, 742.

f) Aenderung des Schmelzpunkts mit dem Druck. Nach 2. nehmen die Schmelztemperaturen t mit wachſendem Drucke p zu oder ab, je nachdem die Volumendifferenz $u = s - \sigma$ poſitiv oder negativ iſt. Für Waſſer ergibt ſich mit den obenangeführten r, u, wenn p in Atmoſphären ausgedrückt werden ſoll,

$$\frac{dt}{dp} = -\frac{0{,}00009069 \cdot 273 \cdot 10333}{80 \cdot 424} = -0{,}00754,$$

wonach die Schmelztemperatur durch eine Druckerhöhung um $\Delta p = 1$ Atmoſphäre um etwa 0,00754° erniedrigt würde und bei konſtantem $\frac{dt}{dp}$ für eine Schmelzpunktsänderung um $\Delta t = -1°$ eine Druckänderung $\Delta p = 133$ Atmoſphären nötig wäre. Thomſon erhielt durch Druckänderungen von 1 auf 8 und 16,8 Atmoſphären Schmelzpunktserniedrigungen des Waſſers von durchſchnittlich 0,00810 und 0,00815° pro Atmoſphäre [4], und Mouſſon konnte durch ſehr ſtarken Druck (den er auf 13000 Atmoſphären ſchätzte) den Schmelzpunkt um 18—20° herabſetzen [6]. Umgekehrt ſollte man nach 2. bei poſitivem u flüſſige Körper durch bloßen Druck (ohne Temperaturänderung) in feſten Zuſtand überführen können, was Amagat mit Tetrachloräthylen C_2Cl_4 bei $t = -19{,}5°, 0°, 10°, 19{,}5°$ durch Drücke von $p = 210, 620, 900, 1160$ Atmoſphären ſowie mit Benzol C_6H_6 gelang [11]. Daß bei poſitivem u der Schmelzpunkt mit wachſendem Druck ſteigt, wurde vielfach durch Verſuche beſtätigt. So fand Hopkins bei 1, 519, 792 Atmoſphären für Walrat $t = 51°, 60°, 80{,}2°$, für Stearin $t = 72{,}5°, 73{,}6°, 79{,}2°$. Weitere Reſultate und Literatur ſ. [16], S. 666, [23], S. 780.

Literatur: [1] Gehler, Phyſikaliſches Wörterbuch, III, Leipzig 1827, S. 90, Artikel Eis. — [2] Perſon, Recherches sur la chaleur latente de fusion, Annales de chimie et de physique 1847, XXI, S. 295; 1848, XXIV, S. 129, 257, 265; 1849, XXVII, S. 250; 1850, XXX, S. 73 (Poggend. Ann. 1848, LXXIV, S. 409, 509; 1848, LXXV, S. 460; 1849, LXXVI, S. 426, 586). — [3] Thomſon, J., Theoretical considerations regarding the effect of pressure in lowering the freezing point, Edinburgh Transactions 1849, XVI, S. 5. — [4] Thomſon, W., Experiments on the effect of pressure in lowering the freezing point, Philosophical Magazine 1850, XXXVII, S. 123 (Poggend. Ann. 1850, LXXXI, S. 163). — [5] Clauſius, Notiz über den Einfluß des Drucks auf das Gefrieren der Flüſſigkeiten, Poggend. Ann. 1850, LXXXI, S. 168 (oder Die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1887, S. 168). — [6] Mouſſon, Einige Tatſachen, betreffend das Schmelzen und Gefrieren des Waſſers, Poggend. Ann. 1858, CV, S. 161. — [7] Violle, Chaleur spécifique et points de fusion des divers métaux refractaires, Compt. rend. etc. 1879, LXXXIX, S. 702 (Platin 1877, LXXXV, S. 543). — [8] Wiedemann, Ueber die Volumenänderungen von Metallen und Legierungen beim Schmelzen, Wiedemanns Ann. 1883, XX, S. 228. — [9] Wroblewſki und Olſzewski, Ueber die Verflüſſigung des Sauerſtoffs, Stickſtoffs und Kohlenoxyds, ebend. 1883, XX, S. 243 (ſ. a. 1885, XXV, S. 371). — [10] Olſzewski, Température de solidification de l'azote et du protooxyde de carbone, rélation entre la température et la pression de l'oxygène liquide, Compt. rend. 1885, C, S. 350. — [11] Amagat, Solidification des liquides par la pression, ebend. 1887, CV, S. 165. — [12] Griffith, On the determination of some freezing points by means of the platinum thermometer, Philosophical Transactions 1891, CLXXXII, S. 43. — [13] Damien, Sur la variation du point de fusion avec la pression, Compt. rend. 1891, CXII, S. 785. — [14] Nernſt und Heſſe, Siedepunkt und Schmelzpunkt, ihre Theorie und praktiſche Verwertung, Braunſchweig 1893. — [15] Toepler, Volumenänderung beim Schmelzen, Wiedemanns Ann. 1894, LIII, S. 343. — [16] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 643, 883. — [17] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyſik und Meteorologie, Bd. 2, Braunſchweig 1898, S. 150. — [18] Holborn und Day (Reichsanſtalt), Ueber Luftthermometer bei hohen Temperaturen, Annalen der Phyſik 1900, II, S. 505 (Schmelzpunkte von Metallen S. 523). — [19] Tamman, Kriſtallifieren und Schmelzen, Leipzig 1903. — [20] Landolt-Börnſteins Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1905, S. 255, 268, 293, 296, 314, 470. — [21] v. Panayeff, Ueber die Beziehung des Schmelzpunktes zur Wärmeausdehnung der Metalle, Annalen der Phyſik 1905, XVIII, S. 210, 868. — [22] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, Bd. 3, Braunſchweig 1905, S. 580. — [23] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, Bd. 3, 2. Hälfte, Leipzig 1906, S. 659, 768. — [24] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, 2. Hälfte, Stuttgart 1907, S. 389. — [25] Goerens, Ueber die Vorgänge bei der Erſtarrung und Umwandlung von Eiſenkohlenſtofflegierungen und deren Beobachtung auf metallographiſchem Wege, Halle 1907 (Referat des Verfaſſers in „Stahl und Eiſen" 1907, S. 1093).

Weyrauch.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schmelzen (Schmalzen, Einfetten, Oelen, Spicken) der Wolle, f. Streichgarnfpinnerei.

Schmelzkegel (Segerkegel), f. Pyrometer.

Schmelzöfen, elektrifche, f. Oefen für technifche Zwecke.

Schmelzpatinierung, Dekorationsverfahren für Arbeiten aus Metallen durch Auffchmelzen gefällter Metalle oder von Metalloxyden in Verbindung mit einem Flußmittel (Mennige und Borax) bei fchwacher Rotglut über einem Feuer oder in einer Muffel.

Die Zufammenfetzung der verfchiedenen Schmelzpatinierungen ift folgende: Grau: 5 Teile Nickeloxyd, 1 Teil mit Eifenvitriol gefälltes Silber, 7 Teile Flußmittel, mit Waffer auf einer Glasplatte fein verrieben, in dünner Lage mit dem Pinfel aufgetragen und bis zur Rotglühhitze gebrannt. Schwarz: 10 Teile Schwarzpräparat (Gemenge von gleichen Teilen fchwefelfauerm Kobaltoxyd und fchwefelfauerm Manganoxydul, mit dem 5fachen Gewicht falpeterfauerm Kali gefchmolzen, in heißem Waffer aufgeweicht, ausgewafchen und getrocknet), 30 Teile Flußmittel. Grün: 7 Teile Chromoxyd, 10 Teile Flußmittel. Lichtgrün: 12 Teile phosphorfaures Nickeloxyd, 20 Teile Flußmittel. Rotbraun: 7 Teile Eifenoxyd, 12 Teile Flußmittel. Platingrau: 6 Teile mit Ameifenfäure gefälltes Platin, 4 Teile Flußmittel. Purpurrot: 4 Teile Kupferoxyd, 10 Teile Flußmittel. Gold und Silber werden zur Dekoration als mit Eifenvitriol gefällte Metalle verwendet. Für Gold 48 Teile Gold, 2 Teile Silber, 4 Teile Flußmittel; für Silber 48 Teile Silber, 7 Teile Flußmittel. Gold und Silber werden mit Terpentinöl verrieben, mit dem Pinfel auf das fchmelzpatinierte Metall aufgetragen und bei fchwacher Rotglühhitze über freiem Feuer oder in einer Muffel gebrannt; Gold- und Silberdekoration auf fchmelzpatiniertem Metall werden nach dem Auffchmelzen mit einer Glaskratzbürfte gebürftet und die Schmelzpatinierung kann mit feinem Schmirgelpapier glänzend gefchliffen werden. *Andés.*

Schmelzpunkt, -temperatur, -wärme, f. Schmelzen.

Schmelztiegel, Gefäße aus gebranntem Ton, in denen Metalle und andre Materialien gefchmolzen werden. Zuweilen wird der Maffe, aus welcher fie angefertigt werden, Graphit, Koke und andre ähnliche Stoffe beigegeben, um einen leichteren Wärmedurchgang herbeizuführen (f. Steine, feuerfefte, und Tonwaren).

Schmelzwolf (Oelwolf), f. Streichgarnfpinnerei.

Schmidtingtypie, von John Schmidting in Wien erfundenes Verfahren zur Herftellung von Bildklifchees für Buchdruck.

Während bei der Autotypie (f. d.) und der Phototypie (f. d.) mittels der Negative eine ätzfähige Uebertragung auf Metallplatten vorgenommen wird, befteht die Schmidtingtypie darin, daß man das Halbton- oder das Strichnegativ (vgl. Klifchee und Preffendruckverfahren, photographifche) auf eine Gelatineemulfionsplatte kopiert. Diefe wird fodann unmittelbar durch Baden in einer mit Alkohol zu 9% verfetzten konzentrierten Silbernitratlöfung und nachfolgender Einwirkung von Schwefelwafferftoffdämpfen (bis ein metallifch glänzender Niederfchlag fichtbar wird) elektrifch leitend gemacht, hierauf (nach Wegfchaben der Schichtränder) in wiederholt gewechfeltes Waffer gebracht, wobei ein Quellrelief entfteht (vgl. Pigmentdruck, ferner Photogalvanographie) und fchließlich zur Erzeugung der eigentlichen Druckplatte ins galvanifche Bad gebracht. — Die Vorzüge der Billigkeit und der rafchen Durchführbarkeit, welche der Methode nachgerühmt werden, wiegen das recht mangelhafte Ausfehen der fo erhaltenen Illuftrationen keineswegs auf. *A. W. Unger.*

Schmiedeeifen, f. Schweißeifen.

Schmieden, allgemein das Bearbeiten fchmiedbarer Metalle bezw. Legierungen in kaltem und warmem Zuftand durch Hämmern (mittels Hand- und mechanifcher Hämmer) oder durch Preffen (mittels Schmiedepreffen und -mafchinen), insbefondere Bearbeiten in glühendem Zuftand (Schmiedeeifen, Stahl, Nickellegierungen, Kupfer und -legierungen, Platin, Silberlegierungen), in angewärmtem Zuftand (Zink bei Herftellung von Nägeln). Gold und Silber laffen fich kalt bearbeiten.

1. Allgemeines über Schmieden.

Durch Schmieden von fchmiedbarem Eifen und Stahl werden folgende Zwecke verfolgt: Reinigen des Eifens von Schlacken beim Schmieden der fogenannten Luppen (f. d.), Verbefferung der Materialeigenfchaften durch Ueberführen des grobkörnig kriftallinifchen Gefüges in ein feinkörniges, fehniges, womit eine mehr oder weniger weitgehende Veränderung der phyfikalifchen Eigenfchaften, z. B. Erhöhung der Bruchgrenze, Streckgrenze und Vermehrung der Dehnung erreicht wird; ferner Verbindung einzelner Eifenftücke zu einem Ganzen (Schweißen) und fchließlich, meift als Hauptzweck, die Ueberführung des Eifens in eine gewünfchte Form, was fich bei den andern Metallen leichter durch Gießen oder Walzen erreichen läßt. Im folgenden ift nur das Schmieden von Eifen, Stahl und Nickelftahl in glühendem Zuftand berückfichtigt. — Zur Erhitzung kleinerer und mittlerer Arbeitsftücke dienen Schmiedefeuer (Effen), zur Erhitzung größerer Stücke Oefen (f. Oefen für technifche Zwecke). Als Brennmaterial benutzt man in den meiften Fällen Steinkohle, und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwar backende Kohle von Erbsen- bis Nußgröße (Schmiedekohle). Da Schwefel in der Kohle — meistens von Schwefelkies herrührend — das erhitzte Eisen angreift und ihm eine löcherige, rauhe Oberfläche gibt, soll der Gehalt an Schwefel möglichst klein sein. Auch der Gehalt an Asche, die mit dem Glühspan des Eisens verschlackt, die Oberfläche desselben überzieht und so die Erhitzung beeinträchtigt, soll bei guter Kohle weniger als 10% betragen. Backkohle gewährt den Vorteil, daß sie im Feuer über dem zu erhitzenden Werkstück eine widerstandsfähige, gewölbeartige Decke bildet, die auf ihrer Innenseite zu hellem Glühen erhitzt, die entwickelte Wärme nicht unnötig nach außen hin abgibt. Auf diese Weise wird das Eisen auch vor Berührung mit frischer, noch nicht entschwefelter Kohle und vor unnötiger Abkühlung durch letztere geschützt. Nur ist hierbei gut darauf zu achten, daß die Decke nicht hohl brennt, und das Werkstück der Berührung des Gebläsewindes preisgegeben ist. — Neben Steinkohle finden auch die etwas kostspieligeren Kokse in Stückgröße zwischen 10 und 20 mm Siebmaschenweite Verwendung. Zur Erhitzung von hartem Stahl eignet sich besser Holzkohle, die frei von Schwefel ist und bei der Verbrennung ein weniger stark oxydierendes Gasgemisch, allerdings auch eine geringere Hitze entwickelt. Ueber Brennstoffverbrauch u. s. w vgl. [1]. In neuerer Zeit findet Erhitzung, namentlich auch Schweißung, durch den elektrischen Strom Eingang, wobei zur Verminderung der Stromkosten zunächst eine Vorwärmung im Feuer bis auf Dunkelrotglut stattfindet, um auch das Innere des Materials genügend zu erwärmen, weil der elektrische Strom mehr nur auf die Oberfläche wirkt. — Hinsichtlich des Schmiedeverfahrens selbst unterscheidet man:

1. Freies Schmieden (Schmieden nach Augenmaß), bei welchem die formgebende Bearbeitung, um die es sich hierbei in erster Linie neben dem Schweißen handelt, mit alleiniger Anwendung der Hand- oder mechanischer Hämmer oder auch kleiner Pressen und entsprechender Hilfswerkzeuge durch eine große Anzahl von Schlägen und Drücken bewirkt wird. Es ist hierbei von Wichtigkeit, daß die Bearbeitung bei der richtigen Temperatur des Werkstückes erfolgt. Eisen erträgt eine um so stärkere Erhitzung, je geringer sein Kohlenstoffgehalt ist. Kohlenstoffarmes Schweißeisen erträgt Weißglut, Flußeisen weniger, harter Stahl höchstens Gelbglut. Sinkt die Temperatur unter Rotglut, so wird das Eisen rasch auffallend spröde, eine Eigenschaft, die Blaubrüchigkeit genannt wird. Wird die Bearbeitung jetzt nicht unterbrochen und zuvor neu erhitzt, entstehen leicht Beschädigungen (Risse) am Werkstück, die sofort oder später einen Bruch zur Folge haben können (Bearbeitung von Kesselblechen, Trägern u. a.). Hoher Schwefelgehalt des Eisens ergibt ähnliche Schwierigkeiten beim Bearbeiten in Rotglut (Rotbruch, s. d.). Erhitzen auf Weißglut läßt den Einfluß des Schwefels verschwinden.

Der Arbeitsvorgang beim freien Schmieden ist folgender: Das Arbeitsstück wird am Ende mit einer Zange (s. d.) gefaßt, letztere durch eine Zwinge *m* (s. Fig. 1) gesichert; längere Stücke, die nur an einem Ende erhitzt werden, werden ohne Zange eingelegt, kleine Rundeisen auch in den zur Hülfe ausgeschmiedeten Kopf eines besonderen Halters gesteckt und so ins Feuer gebracht. Von kleineren und mittleren Stücken werden mehrere so der Reihe nach ins Feuer gebracht und erhitzt, daß immer ein Stück die zur Bearbeitung richtige Temperatur erreicht, wenn das vorhergehende fertiggeschmiedet ist. Eine richtige Lagerung des Stückes im Feuer, so daß es der Erhitzung am besten ausgesetzt ist, ohne vom Windstrahl getroffen zu werden, richtiges Aufbringen von frischer Kohle und geeignete Regelung der Windzufuhr ohne übermäßigen Kohlenverbrauch einerseits und Verzögerung der Erhitzung anderseits (richtiger Gebrauch des sogenannten Löschwedels zum Schutz der Kohlendecke gegen vorzeitiges Verbrennen), endlich die Beobachtung des richtigen Zeitpunktes zum Herausnehmen des Werkstückes sind wohl zu beachtende Momente. Vor Beginn des eigentlichen Ausschmiedens wird das glühende Eisen durch Abschaben von anhaftender Kohle und Schlacke und durch leichtes Hämmern oder Abklopfen vom Hammerschlag befreit. Das Schmieden selbst erfolgt auf dem Amboß (s. d.), entweder nur mit einem Handhammer oder bei größeren Stücken unter Zuhilfe-

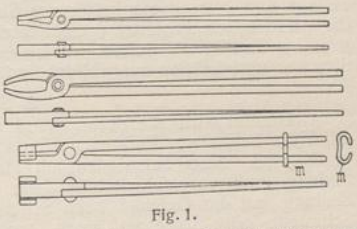


Fig. 1.

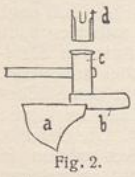


Fig. 2.

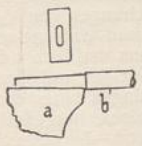


Fig. 3.

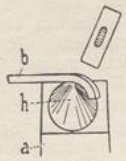


Fig. 4.

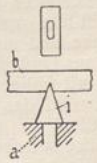


Fig. 5.

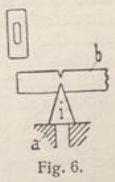


Fig. 6.

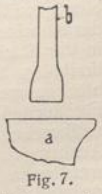


Fig. 7.

nahme eines oder mehrerer Zuschlaghämmer, wobei der Handhammer jeweils die Stelle anzeigt die eben bearbeitet werden soll. Je nach der gewünschten Endform des Arbeitsstückes wird dasselbe während des Schmiedens mittels der Zange auf dem Amboß bewegt und gewendet. Strecken des Arbeitsstückes der Länge nach (Abfinnen, s. d.) erfolgt mit Hilfe eines Kreuzschlaghammers und eines wie ein Handhammer geformten Zuschlaghammers. Die Bildung eines einfachen Ansatzes *b* erfolgt zunächst auf Kante *a* des Ambosses (s. Fig. 2) mittels Handhammers und wird mittels eines Setzhammers *c* und Zuschlaghammers *d* weiter ausgebildet. Bei Bildung eines beidseitigen Ansatzes (Fig. 3) wird voriges Verfahren je nach einigen Schlägen abwechselnd auf der einen und andern Seite ausgeübt. Ringe werden auf dem Horn *h* (s. Fig. 4) des Ambosses, mit Hilfe eines Spitzstockes oder dergl. vom Ende der Stange *b*

aus fortſchreitend gebogen, das Abhauen des zuſammengebogenen Ringes erfolgt auf dem Abſchrot *i* (Fig. 5) durch beidſeitiges Einſchneiden und Losbrechen (Fig. 6). Sodann werden die beiden Enden über einem mit Lehm beſtrichenen Dorn auf dem Amboß zuſammengeſchweißt (ſ. a. Schweißen). Anſtauchen verdickter Köpfe u. ſ. w. erfolgt durch Aufſtoßen des Werkſtückes *b* (Fig. 7) auf den Amboß oder eine Bodenplatte, bei ſchweren Stücken erfolgt das Anheben mittels Seil und Rolle, bei kleineren Stücken wird durch einfaches Gegenſchlagen gegen das Ende des Stabes geſtaucht. Verdickungen u. ſ. w., die mehr gegen die Mitte des Stabes zu liegen, werden ebenfalls durch ſolches Stauchen gebildet, wobei nur die zu ſtauchende Stelle erhitzt, die übrigen Teile des Stabes kalt ſind. Löcher werden durch beidſeitiges Eintreiben eines Durchſchlags *k* (Fig. 8) gebildet. Zur Bildung eines Stückes nach Fig. 9 werden von einem Quadrateiſen mit Hilfe eines Setzhammers (Fig. 10) ſeitlich zwei Schenkel abgetrieben und dieſe weiter geſtreckt, während ein Stutzen in der Mitte ſtehen bleibt. Runde Anſätze werden in der Weiſe ausgearbeitet, daß aus dem Rundeiſen zunächſt von Hand ein kegeliger Anſatz abgeſchmiedet wird, der dann mittels eines Geſenkes (ſ. unten) weiter ausgebildet wird. Letzteres beſteht aus dem in den Amboß geſteckten Untergeſenk und einem mit Stiel verſehenen Obergeſenk, welches unter beſtändigem Drehen des Werkſtückes mittels Hand- oder Zuſchlaghammer bedient wird. Bundringe am Ende oder in Mitte eines Stabes werden nach erfolgter Anhäufung des Materials durch Stauchen ebenfalls in entſprechenden Geſenken fertig ausgebildet (ſ. Fig. 11). Größere Stücke werden, ſofern man ſie nicht auswalzt, nicht mehr von Hand, ſondern mittels mechaniſcher Hämmer und Preſſen ausgeſchmiedet, wobei ſie auf beſonderen Transportvorrichtungen von den Oefen herbeigefahren und in eignen Vorrichtungen, Ketten u. ſ. w., aufgehängt unter den Hammer gebracht. Fig. 12 zeigt, wie das Werkſtück *b*

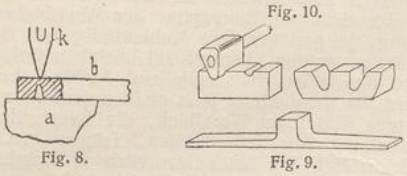


Fig. 8.

Fig. 9.

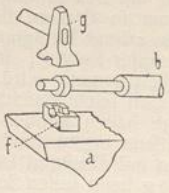


Fig. 11.

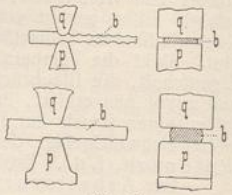


Fig. 13.

zwiſchen Oberamboß *p* und dem Stempel *q* des Hammerbäres oder der Preſſe ausgeſtreckt wird, wobei die bogenförmige Abrundung der beiden Teile *p* und *q* zwar ein kräftigeres Strecken bewirkt, aber auch viel unebenere Flächen liefert, die nachträglich geglättet (geſchlichtet) werden müſſen, als dies die ebenen Endflächen von *p* und *q* in Fig. 13 liefern. — Bisweilen werden auch Bahnen verwendet, die hälftig zum Strecken und Glätten ausgebildet ſind [2], S. 592, Fig. 1170.

2. Schmieden im Geſenk.

Hierbei wird die Formgebung des durch die Erhitzung plaſtiſch gewordenen Materials mit Hilfe beſonderer Formen (Geſenke) erreicht, in die das Material hineingeſchlagen oder gepreßt wird. Beim Schmieden mit Handhämmern finden die Geſenke nur zur feineren Ausbildung grob vorgeſchmiedeter Teile (Ringe, Bunde, Anſätze) Verwendung. Eine große Bedeutung hat das Geſenke beim Schmieden mit mechaniſchen Hämmern, Schmiedepreſſen und Schmiede- oder Stauchmaſchinen, wobei mit einem oder wenigen Schlägen oder Drücken die Formgebung erreicht und die einzelnen Arbeitsſtücke auch bei komplizierter äußerer Form gleiche Geſtalt erhalten. Neben Genauigkeit des Fertigproduktes zeichnet ſich alſo die Geſenkſchmiederei beſonders durch Schnelligkeit der Arbeit in hohem Maße aus, ſie ſetzt jedoch im Hinblick auf die hohen Beſchaffungskoſten der Geſenke die Herſtellung vieler gleicher, verhältnismäßig kleiner Stücke, alſo Maſſenfabrikation voraus. Nach amerikaniſchen Begriffen ſoll ein Geſenk 5000—10000 Schmiedeſtücke liefern, ehe es unbrauchbar wird. Die Beſchränkung auf mäßig große Stücke iſt durch die aus gehärtetem Stahl beſtehenden Geſenke begründet, die eine gewiſſe Größe nicht überſchreiten können, über große Geſenke vgl. [3]. Die Genauigkeit der einzelnen Schmiedeſtücke iſt ſehr groß, es treten nur Abweichungen von $^1/_{32}$ bis $^1/_{100}$ Zoll engl. in der Stärke auf. Die Geſenke ſind meiſt zweiteilig (Ober- und Untergeſenk), mitunter auch dreiteilig. Sie wurden früher aus Gußeiſen, jetzt werden ſie aus maſſiven oder armierten Stahlblöcken meiſt nach Modellen mit Hilfe von Fräsmaſchinen, Meißel und Grabſtichel hergeſtellt. Für flache Werkſtücke (Meſſer) wird das Geſenke durch Einſchlagen eines der Form des Stückes entſprechenden Stempels (Leiſten) in den glühenden Stahlblock hergeſtellt. Zum leichteren Ausbringen der gepreßten Stücke werden die Wandungen unter 5—7° abgeſchrägt. Die Geſenke werden in Waſſer gehärtet. Die einander zugekehrten Oberflächen des Geſenkes müſſen ſo geſtaltet ſein, daß der Ueberſchuß an Material beim Einpreſſen in die Form leicht entweichen kann, ohne daß jedoch durch das ſeitlich aus der Form gepreßte Material, die ſogenannte Finne, die Kontrolle über die Dicke des gepreßten Stückes erſchwert wird. Gleichmäßig dicke Stücke erhält man, wenn man die beiden Geſenkhälften aufeinander ſchlagen läßt. Hierzu erhält z. B. der in Fig. 14 dargeſtellte Geſenkquerſchnitt, der vermöge ſeiner nach außen dachförmig abgeſchrägten Oberſeite den Materialüberſchuß leicht entweichen läßt, in ſeinen vier Ecken aufeinander ſtoßende Arbeitsflächen. Oder man hebt nach Fig. 15 rings um den Umfang der Preßform eine 12—15 mm breite Nute, einen ſogenannten „Graben“, aus. Beide Anordnungen haben

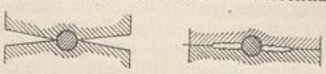


Fig. 14 und 15.

freilich den Nachteil, daß sich die aufeinander gepreßten Gesenke leicht abnutzen. Bei komplizierten Formen ist oftmals vor dem Gesenkschmieden eine der Endform sich annähernde Gestaltung des Preßgutes durch freies Schmieden oder durch Schmieden in einem Vorgesenke nötig. Wenn das Stück aus dem Gesenke kommt, ist es rings von der Finne umgeben, die abgeschnitten werden muß. Dieser Prozeß wird Abgraten genannt und erfolgt unter einer Presse (Abgratpresse) mit Hilfe eines Stanzgesenkes, das aus einem Stempel mit dem Umriß des Schmiedestückes und einer entsprechenden Matrize besteht, durch welche das abzugratende Stück gepreßt wird. Löcher werden mittels besonderer Lochgesenke, oft gleichzeitig mit dem Abgraten, gepreßt. Das Abgraten wird bei größeren Stücken in noch warmem Zustand, bei kleineren nach dem Erkalten vorgenommen, letzteres Verfahren ist, weil ganz unabhängig vom Schmieden und wegen der leichteren Handhabung der kalten Stücke, wohl einfacher, dagegen können beim warmen Abgraten die abgegrateten Stücke nochmals nachgepreßt werden. Das Entfernen der fertigen Stücke aus dem Gesenke geschieht meist einfach mit Hilfe eines durch ein Loch des Untergesenkes geschlagenen Dornes. Bleibt das Untergesenke jeweils fest im Amboß, so wird letzterer Dorn mit einem doppelarmigen Hebel verbunden und durch einen Schlag auf das freie Hebelende emporgetrieben. Solche Stücke, die nicht mit einem einzigen Schlag oder Druck fertiggestellt, sondern im gleichen Gesenke ihrer Länge nach fortlaufend gepreßt werden, sowie solche, die man nach jedem Preßdruck um ihre Achse dreht (Ausschmieden von Wellen u. s. w.), werden meist an ihrem einen Ende in einer endlosen, um eine Rolle laufenden Kette an entsprechender Hebevorrichtung gestützt. Das Wenden erfolgt dann mit Hilfe eines Querstückes oder eines doppelarmigen Hebels, dessen kurzes Ende unter das Werkstück greift, während das lange vom Arbeiter bedient wird. Schließlich werden besondere Hilfswendevorrichtungen angewendet (s. unten).

Die Gesenkschmiederei verlangt ein sehr gutes Eisen- und Stahlmaterial (auch Kupfer, Bronze, Aluminium u. s. w. werden im Gesenk geschmiedet), das möglichst hoch erhitzt werden muß, damit das Werkstück in einer Hitze fertiggestellt werden kann; namentlich für Stahl mit hohem Kohlenstoffgehalt muß jedoch eine Ueberhitzung streng vermieden werden. Die inneren Vorgänge im Material beim Pressen von Eisen und Stahl hat C. Sobbe [4] untersucht. Die an rein hydraulischen Schmiedepressen mit Akkumulatorbetrieb erhaltenen Druckdiagramme beim Zusammendrücken zylindrischer und prismatischer Stahlkörper in hocherhitztem, plastischem Zustand zeigen folgenden Charakter: Bei Beginn des Pressens steigt die Drucklinie anfangs ziemlich stark an, geht dann mit einem schwach gekrümmten Bogen bis zu einem Punkt, von wo an das Diagramm ein vom vorigen stark abweichendes Verhalten des gepreßten Materials anzeigt. Der ausgesprochen flache, mitunter sogar absinkende Charakter der Druckkurve läßt darauf schließen, daß von einem gewissen Punkt an das Material seiner weiteren Deformation keinen erheblichen Mehrwiderstand entgegensetzt. Es bleibt der Totaldruck der Presse auf das Werkstück konstant, während letzteres an Höhe erheblich abnimmt, die Querschnittsflächen also erheblich an Größe zunehmen; hieraus ist zu schließen, daß das Material in eine Periode des intensiven Fließens gerät, bei welcher eine weitere Deformation schon durch erheblich kleinere spezifische Flächendrucke als beim Beginn des Pressens bewirkt wird. Nach Durchlaufen dieser Periode intensiven Fließens geht die Druckkurve in einen steileren, fast geraden Ast über. Mit fortschreitender Deformation nimmt auch der Gesamtdruck fast proportional zu, so daß die weitere Umbildung bis zum Ende sich unter gleichem oder nur wenig wachsendem spezifischem Normaldruck auf die Flächenelemente des Materials vollzieht. Weiter wird gefunden, daß die Größe des der Deformation sich entgegenstellenden Widerstandes auch eine Funktion der Geschwindigkeit ist, mit der sie erfolgt, und zwar stehen beide in einem direkten Verhältnis, was für eine vergleichende Beurteilung von Schmiedehammer und -presse maßgebend ist. Die günstige Eigenschaft des Materials, im Verlauf der Deformation in den Zustand intensiven Fließens zu gelangen, ermöglicht es, besonders starke Querschnittsverminderungen vorzunehmen, Richtungsänderungen des fließenden Materials mit einer gewissen zur Verfügung stehenden Kraftgröße zu erreichen. Man hat zu diesem Zweck nur dafür zu sorgen, daß das Material sich schon in dem intensiven Fließzustand befindet, wenn es die gedachte bedeutende Formänderung durchmachen soll. — Hierauf begründet sich auch das D.R.P. Nr. 143812 (Verfahren zur Herstellung von Scheiben oder Platten mit aufrechtstehenden hohen Rippen durch Preß- und Schmiedearbeit). Dadurch, daß man außer den Rippen am Umfang der Platte noch einen umlaufenden aufrechtstehenden Rand, der nachher beseitigt wird, preßt, wird das Fließen des Materials bei der Preßarbeit so begünstigt, daß die Rippen sich gut ausbilden können.

3. Schmiedepressen

dienen dazu, Formänderungen von erhitzten plastischen Materialien durch Pressen zwischen zwei ebenen oder gekrümmten Flächen oder durch Pressen in Gesenken in der Art herbeizuführen, daß der wirksame Preßdruck nicht durch die lebendige Kraft eines schnell bewegten hammerähnlich wirkenden Stempels, sondern durch den statischen Druck eines langsam bewegten Preßstempels erzeugt wird. Die Nachteile der mechanischen, namentlich der Dampfhämmer einerseits, die Vorteile der Schmiedepressen anderseits sind so groß, daß letztere immer mehr die Dampfhämmer verdrängen, namentlich seit mit der Zunahme der Größe der Flußeisen- und Stahlblöcke immer größere Maschinen dieser Art sich nötig zeigten. Die Nachteile der Dampfhämmer sind folgende:

1. Die Formänderung erfolgt beim Hammer durch einen Stoß, die Kraftabgabe muß also in sehr kurzer Zeit erfolgen. Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß die Wirkung einer Kraft sich um so mehr auch auf die inneren Teile des Arbeitsstückes erstreckt, je langsamer sie sich auf die Teilchen des Arbeitsstückes fortpflanzen kann. Der Hammer wirkt also mehr auf die der Oberfläche nahe liegenden Teilchen, während beim Pressen das ganze zwischen den Preßbacken befindliche Material gleichmäßig der Verdichtung ausgesetzt ist. Dies zeigt sich auch an den

verfchiedenen Formen, die ein urfprünglich rechteckiger Querfchnitt bei Bearbeitung a) unter einem leichten, b) unter einem fchweren Hammer, c) unter einer Preffe annimmt (Fig. 16). Die Wichtigkeit einer Verdichtung auch der inneren Partien bei großen Blöcken geht aus folgendem hervor: Die Herftellung der großen Flußeifen- und Stahlblöcke erfolgt durch Gießen, wobei infolge des langfamen Erftarrens das Gefüge der Blöcke grobkriftallinifch wird. Durch die Bearbeitung der Blöcke in warmem Zuftand verwandelt fich das grobe Gefüge in ein feinkörniges; Dehnung und Zähigkeit des Materials nimmt hierbei infolge der Bearbeitung beträchtlich zu, in geringerem Maße auch die Feftigkeit. So zeigten die aus einer gebrochenen Nickelftahlwelle von 406 mm Durchmeffer (Fig. 17), die mittels Dampfhammer auf einem Block von 762 mm Durchmeffer gefchmiedet war, entnommenen Proben folgende Dehnungen:



Fig. 16.

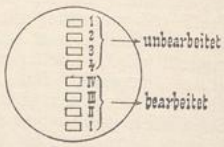


Fig. 17.

1. . . . 21,4% | 2. . . . 5,5% | 3. . . . 4,9% | 4. . . . 2,0%

Man fieht aus diefen Zahlen deutlich die nur auf die Oberfläche fich erftreckende veredelnde Wirkung der Bearbeitung mittels des Hammers; weitere aus dem gleichen Stück entnommene Proben, die vor der Unterfuchung entfprechend bearbeitet worden waren, ergaben folgende Dehnungswerte:

I. . . . 25,4% | II. . . . 28,2% | III. . . . 26,4% | IV. . . . 24,1%

im Mittel 26%.

Der Bruch obiger Welle ift alfo der geringen Dehnungsfähigkeit des Materials zuzufchreiben, die durch eine durchgreifende Bearbeitung ftark verbeffert werden kann. Der auf das Material ausgeübte Druck muß alfo eine folche Stärke befitzen, daß er bis in die Mitte des Blockes eindringt und ein Wandern, Fließen des Metalls durch die ganze Maffe hindurch hervorruft, fo daß die Struktur des Arbeitsftückes eine durchaus gleichmäßige wird. Da diefes Fließen eine gewiffe Zeit braucht, muß auch der Druck entfprechend lang aufrechterhalten werden, eine Forderung, der am beften die hydraulifchen Schmiedepreffen gerecht zu werden vermögen (f. unten) (beim Schweißeifen kam es nicht fo fehr auf diefe eingehende Bearbeitung des Materials an, weil die großen Schweißeifenblöcke aus mehreren kleineren, leicht genügend durchzuarbeitenden Stücken zufammengefchweißt wurden und es hauptfächlich auf ein Herausquetfchen der Schlacke aus den Schweißfugen ankam). — Ein weiterer Nachteil der Dampfhämmer ift die ungünftige Ausnutzung der mechanifchen Arbeit, von der ein großer Teil auf das Einrammen der Schabotte und des Hammerklotzes in das Fundament verwendet wird. Eine weitere Verftärkung der Schabotte bringt nur ein weiteres Anwachfen der ohnehin hohen Fundamentkoften eines Dampfhammers mit fich. Da ferner die Schabotte die Wirkung des Schlages nicht vollftändig zu dämpfen vermag, find die durch den Hammer hervorgerufenen Erfchütterungen fehr ftark und für diefen felbft wie für das Hammergebäude und deffen Nachbarfchaft fehr nachteilig und läftig. Ein weiterer Vorteil der Preffen gegenüber den Hämmern liegt darin, daß erftere infolge ihrer kräftigeren Wirkung eine geringere Zeit zur Herftellung eines Schmiedeftückes benötigen als letztere. Die Formänderungsarbeit wird bei den Preffen gewöhnlich durch einen einzigen ftarken Druck der Preffe verrichtet, während bei Hämmern zahlreiche Schläge nötig find; die Preffe leiftet alfo die Formänderungsarbeit rafcher, die Arbeit wird befchleunigt, Zeit und Arbeitslohn erfpart. Damit ift für große Stücke, die mehrmals erhitzt werden müffen, eine Verminderung der erforderlichen Hitzen verbunden, was, abgefehen von dem geringeren Brennmaterialienverbrauch, den Vorteil hat, daß eine Beeinträchtigung der Güte des Materials durch wiederholtes Erhitzen eher vermieden und auch der Abbrand vermindert wird. — Die Preffen arbeiten auch genauer als die Dampfhämmer, weil man beim Fertigfchmieden und beim Schlichten gehobelte Parallelftücke zwifchen Preßbahn und Unterteil legen kann, die den Hub der Preffe derart begrenzen, daß eine genau vorgefchriebene Abmeffung erreicht wird, ohne daß, wie beim Dampfhammer, tiefer gehende Schläge Brüche und unreine Stellen verurfachen.

Ueber die Größe der Kraft, mit der die langfam bewegten Preßteile gegen das Arbeitsftück geführt werden müffen, geben Verfuche von R. M. Daelen [5] Auffchluß, die an einer Preffe mit 1200 t Maximaldruck erhalten wurden. Danach ift für Flußeifenblöcke mittlerer Härte von etwa 50—60 kg/qmm Reißfeftigkeit der nötige Druck für 1 qmm Druckfläche:

fehr warm, gelb	wenig kälter, dunkelgelb	rot	dunkelrot	braun	beinahe fchwarz
5,5 kg	6,4 kg	6,77 kg und 5,1 „	16 kg	17,6 kg	22,3 kg

Ein Vergleich mit den den gleichen Erhitzungstemperaturen entfprechenden Feftigkeitsziffern ergibt, daß der zu überwindende Widerftand etwa 1,4—1,7 mal fo groß als die Feftigkeit ift. Für den Widerftand, den Schmiedeeifen der Hammerbahn entgegenfetzt, hat man dagegen den zehnfachen und größeren Betrag der Feftigkeit gefunden. Die Schmiedepreffen zeichnen fich demnach vor den Hämmern auch durch erheblich geringeren Widerftand der Werkftücke, alfo geringeren Arbeitsaufwand aus, was, wie früher erwähnt, dem Einfluß der größeren Zeitdauer, während welcher der Preßdruck wirkt, zuzufchreiben ift. In guter Uebereinftimmung mit Daelen fand Sellers [6] 8,4 kg/qmm Stauchdruck für Gelenkbolzenaugen. Der höhere Wert ift durch die größere Abkühlung am Kopfftempel erklärlich. Für Werkftücke, die auch nach der Seite hin eine fcharfe Ausbildung erfahren follen, gibt Haswell [7] für Schmiedeeifen 15,4 kg/qmm an.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für die Berechnung der Größenverhältniſſe einer Preſſe kommen jeweils die größten vorkommenden Kräfte in Frage. Ueber das Größenverhältnis einer (hydrauliſchen) Preſſe zu dem Gewicht eines Dampfhammers gibt Gauthier, allerdings unter Vorbehalt, folgende Werte an. Es entſpricht einer

Preſſe	von	5000 t	ein	Dampfhammer	von 150 t
„	„	4000 t	„	„	„ 120 t
„	„	2000 t	„	„	„ 75 t
„	„	1200 t	„	„	„ 30 t
„	„	1000 t	„	„	„ 25 t
„	„	600 t	„	„	„ 20 t

Davy gibt als Aequivalent eines 100-t-Hammers eine Preſſe von 4000 t an; nach Angaben von Breſſon zeitigte eine Preſſe von 1200 t zum Schmieden von Wellen gute Ergebniſſe, während ein Hammer von 25 t hierzu nicht befriedigt hatte.

Die Erzeugung des zum Preſſen notwendigen Druckes f. Preſſen. Kleine Preſſen werden ſelten zum eigentlichen Schmieden benutzt, und werden für kleinere und mittlere Schmiedeſtücke die Dampfhämmer dank ihrer vielſeitigen Verwendbarkeit das Feld behaupten. Kleine Preſſen dienen meiſt zum Biegen, Prägen, Stanzen und Lochen kleinerer Gegenſtände, zum Entfernen des Grates an Schmiedeſtücken, die im Geſenk geſchmiedet wurden. Mittelgroße Preſſen werden zu kleinen Geſenkſchmiedearbeiten, z. B. für Nietköpfe, Schraubenköpfe u. ſ. w., verwendet. Große Preſſen dienen zum Schmieden der größten vorkommenden Stücke, wie Wellen, Kurbelwellen, Kolben- und Schubſtangen, Panzerplatten, zum Auspreſſen der Luppen u. ſ. w. Sie ſind die eigentlichen Schmiedepreſſen. Weitaus am verbreitetſten ſind die Schmiedepreſſen mit Druckwaſſer als Arbeitsflüſſigkeit, das in drei Arten zur Verwendung kommt:

1. durch eine Pumpe wird Druckwaſſer geliefert, das auf kürzeſtem Weg dem Preßkolben zugeführt wird;
2. das von einer Pumpe gelieferte Druckwaſſer (auch Druckluft) wird in einen Speicher (Akkumulator) getrieben und von dort nach Bedarf an die Arbeitsmaſchine verteilt;
3. die Kolbenſtange eines Dampfkolbens bildet in ihrer Fortſetzung den Plunger einer Preßpumpe, die den zur Erzeugung des Preßdruckes nötigen Waſſerdruck erzeugt.

Hinſichtlich des äußeren Aufbaues der Schmiedepreſſen iſt zu bemerken, daß dieſe in Analogie mit den Dampfhämmern meiſt ſtehende Bauart aufweiſen; nur ausnahmsweiſe kommt die liegende Bauart vor [8], [9]. Vorherrſchend für das Geſtell iſt die torartige Geſtalt, was angeſichts der Größe der auftretenden Kräfte das nächſtliegende iſt. Wo es ſich nur um kleine Kräfte und kleine Ausladungen handelt, kommt auch die C-förmige Form zur Anwendung. Meiſtens wirkt der Druckkolben von oben nach unten, zuweilen auch umgekehrt.

Ein Beiſpiel für die unter 1. genannte Antriebsart bietet die Schmiedepreſſe von Whitworth [10]. Der Preßzylinder, dem das Druckwaſſer direkt von der Pumpe geliefert wird, iſt in einem auf vier Säulen gelagerten Querſtück eingebaut und mit der Dicke des Schmiedeſtückes entſprechend an den Säulen verſchiebbar und durch Muttern in ſeiner Höhenlage feſtgehalten. Die Preſſe iſt aber auch mit einem Gewichtsakkumulator für die Rückzugbewegung des Preßſtempels durch zwei auf dem Holm aufgeſtellte Hebezylinder verſehen. Der Druck für letztere iſt 320 Atmoſphären, ſo daß die Rückbewegung raſch erfolgt. Die Preſſe geſtattet ſelbſt bei Ausführungen bis 14000 t, noch 12—15 Preßhube auszuführen. Trotzdem die Einſtellung auf den kleinſtmöglichen Hub und damit die Verminderung des Seitenſchubes vorteilhaft iſt, bringt man doch die Konſtruktion mit beweglichem Holm nicht mehr in Anwendung, ſondern verbindet den Holm feſt mit den Säulen. Auch die Schmiedepreſſe von Davy (Fig. 18) wird in ähnlicher Weiſe betrieben. Sie beſitzt zwei Preßzylinder, deren Kolben auf das T-förmige Querſtück wirken; letzteres iſt an den Säulen und in einem Zylinder zwiſchen den Preßzylindern geführt. Zum Füllen der Preßzylinder während des Leerganges dient Preßwaſſer, das in einen Luftbehälter (Windkeſſel) mit 4,2 kg/qcm Druck gepumpt wird. Das eigentliche Preſſen wird wieder direkt von den Pumpen aus beſorgt, ebenſo die Rückzugsbewegung. Der hydrauliſche Druck beträgt im Maximum 316 kg/qcm. Die Kolbengeſchwindigkeit iſt 0,7—0,8 m/sec. Die Anzahl der Hübe beträgt bis zu 10/min.

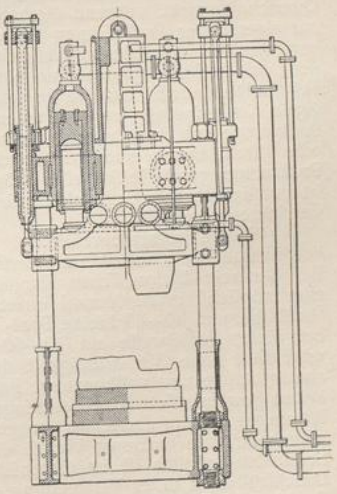


Fig. 18.

Allgemein haben die Preſſen ohne Akkumulator den Nachteil, daß ſie viel langſamer arbeiten als ſolche mit Akkumulatoren, weil letztere ſtets einen größeren Vorrat an Druckflüſſigkeit beſitzen. Wegen des fehlenden Sammlers muß die Pumpe auch größere Abmeſſungen erhalten, die Dampfmaſchine zum Antrieb der Pumpe muß ohne Schwungrad laufen, wodurch ihr Gang unregelmäßig wird. Allerdings iſt die ganze Einrichtung weſentlich einfacher, ferner geſtattet namentlich die Preſſe von Davy große Veränderungen der Preßgeſchwindigkeit und kann von der größten ſofort in die kleinſte Geſchwindigkeit übergehen. Im allgemeinen werden ſolche Anlagen mit direktem Pumpenbetrieb nur dann zur Anwendung kommen, wenn aus irgend einem Grund die Anlage billig ſein ſoll.

Nach der zweiten Antriebsart, alſo unter Zwiſchenſchaltung eines Akkumulators, arbeitet zum Beiſpiel die Schmiedepreſſe von Tannet, Walker & Co. Ltd. (Fig. 19

und Fig. 20). Hierbei ist das obere Querstück, das den Preßzylinder sowie seitlich davon die zwei Rückzugszylinder trägt, beweglich und läßt sich um 2,13 m heben und senken. Hierzu dienen die zwei zu äußerst angebrachten Zylinder. Auch die Verdrehung der Einlagescheiben zum Festhalten des Querstückes in einer bestimmten Höhe erfolgt mit Hilfe einer Verzahnung von einem Zylinder aus. Der Hub des Preßkolbens ist 0,914 m. Es können Stücke von $5^1/_2$ m Länge bearbeitet werden, so groß ist die Entfernung der Tragsäulen voneinander. Die Geschwindigkeit des Preßkolbens beträgt 1,0 bis 1,5 m/sec, das Heben und Senken desselben erfolgt unter einem Druck von 50 kg/qcm. Eine Ausführung dieser Presse in Seraing arbeitet mit drei Gewichtsakkumulatoren zu je 125 t Belastung, welche, ihren Plungerdurchmessern entsprechend, unter 200, 300, 400 Atmosphären Druck stehen. Bei einzelnen Pressen von Tannet, Walker & Co. ist die Anordnung derart, daß der Zylinder unten liegt, der Kolben, durch dessen Mitte Wasser eingepreßt wird, mit dem Querholm fest steht, was den Vorteil guter Führung hat. Die Schmiedepresse von Baare in Bochum, D.R.P. Nr. 4 besitzt einen Differentialkolben mit zwei Druckflächen im Verhältnis 1 : 2, so daß Drucke im Verhältnis von 1 : 2 : 3 ausgeübt werden können. Die Presse erhält Druckwasser von 400 Atmosphären aus einem Luftdruckakkumulator, die zwei Rückzugzylinder stehen unter konstantem Druck eines Gewichtsakkumulators von 50 Atmosphären. Luftdruckakkumulatoren gestatten, weil keine großen Massen in Bewegung gesetzt werden müssen, einen viel schnelleren Betrieb, auch sind keine Wasserschläge in den Leitungen zu befürchten.

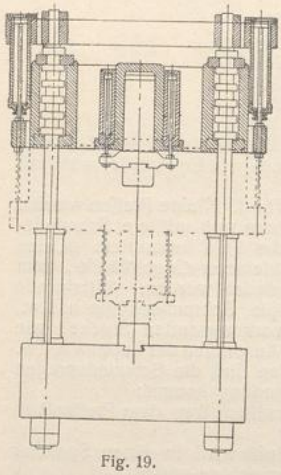


Fig. 19.

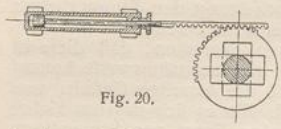


Fig. 20.

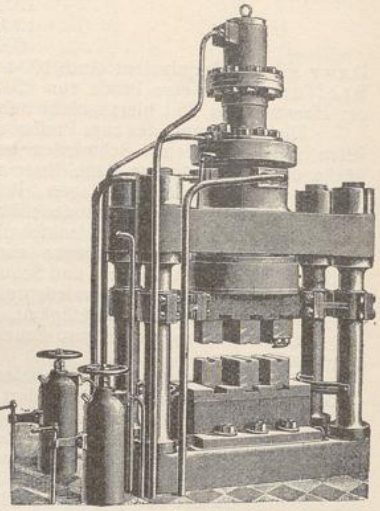


Fig. 21.

Die von A. Borsig, Berlin, gebaute hydraulische Schmiede- und Fassonschnellpresse (Fig. 21) besitzt einen im Oberteil der Presse gelagerten Preßzylinder, der aus drei Teilen je von verschiedenem Querschnitt besteht, mit entsprechenden Preßkolben, die mit dem Preßkopf zu einem Ganzen vereinigt sind. Durch diese Dreiteilung des Preßzylinders soll besonders vorteilhafte Wirkungsweise und Betriebsökonomie der Presse bewirkt werden. Für die Bewegung des Preßkolbens, während welcher kein oder nur ein geringer Widerstand zu überwinden ist, kommt Druckwasser von nur geringer Pressung zur Verwendung. Für die wirkliche Kompression des zu pressenden Stückes wird unter hohem Druck stehendes Wasser verwendet, das auf den Kolben mit größtem Querschnitt wirkt, während die beiden andern Querschnitte, die den Niedergang des Kolbens bis zur eigentlichen Preßwirkung sowie den Rückzug des Kolbens nach vollzogenem Maximaldruck bewirken, unter niederem Wasserdruck stehen. Beim leeren Niedergang des Kolbens füllt sich der Hochdruckpreßzylinder mit selbsttätig angesaugtem Wasser, es wird also aus dem Hochdruckakkumulator nur so viel Wasser entnommen, als zum eigentlichen Pressen nötig ist, womit eine große Kraftersparnis erzielt werden soll. Das nötige Druckwasser wird von einer sechsfachen Preßpumpe mit Exzenterantrieb erzeugt, die Exzenterwelle entweder durch Riemen angetrieben oder direkt durch eine Zwillingsdampfmaschine betätigt. Die Verwendung einer sechsfachen Preßpumpe gewährleistet eine möglichst große Gleichmäßigkeit des Betriebes. Die Akkumulatoren sind als Differentialakkumulatoren mit Belastung durch unterhalb des Kolbens angehängte Gewichte ausgebildet.

Neuere Schmiedepressen von Borsig sind nach dem System Aftfalck gebaut, und zwar in geschlossener Konstruktion (Vierfäulenanordnung) sowie in offener, einhüftiger Bauart [14]. Bei der rein hydraulischen Rapidschmiedepresse System Aftfalck ist besonderer Wert auf eine möglichst große Anzahl erreichbarer Hübe gelegt. Während sonst etwa 15—20 mittlere Preßhübe und 30—40 kleine Preß- und Schlichthübe erreichbar sind, steigert sich die Anzahl bei dieser Rapidpresse auf 40—60 mittlere Preßhübe und 120—140 Schlichthübe. Erreicht wird diese hohe Geschwindigkeit durch Anordnung eines sogenannten Verdrängers, der eine zwangsläufige und vollkommene Füllung des Preßzylinders auch bei den Leerganggeschwindigkeiten gewährleistet. Der Verdränger ist direkt oberhalb des Preßzylinders, bei größeren Ausführungen neben demselben angeordnet. Der Rückzugsmechanismus ist in den Verdränger eingebaut. Ein weiterer Vorteil dieser Rapidpressen besteht darin, daß hiermit ein reines Schlichten möglich ist im Gegensatz zu andern Schmiedepressen, bei denen nur sogenanntes Druckschlichten unter Verwendung eines, wenn auch kleinen Preßhubes möglich ist. Bei der Rapidpresse sind die Eigengewichte so reichlich gewählt, daß sie ohne Druckwasserverbrauch allein imstande sind, den zum Schlichten nötigen Druck zu liefern. Der Kraftverbrauch beim

Schlichten ist also nur auf das zum Rückzug der bewegten Teile erforderliche Maß beschränkt. Neben rein hydraulischen Betrieb werden diese Pressen auch für dampfhydraulischen Betrieb (s. unten) eingerichtet.

Eine Anordnung nach der dritten Betriebsart zeigt schematisch Fig. 22, die dampfhydraulische Schmiedepresse von Haniel & Lueg, Düsseldorf, D.R.P. Nr. 130951. Diese Schmiedepresse besteht aus der eigentlichen hydraulischen Presse und dem Dampfdruckübersetzer als Krafterzeuger. Letzterer besteht aus einem Dampfzylinder *A*, der mittels Laterne *B* mit der Presse verbunden ist. Die Kolbenstange *C* dient als Druckplunger und taucht in den Zylinder *D* der Presse. Durch Verschiebung des Dampfkolbens mit dem Druckplunger wird dieser in den Preßzylinder hineingetrieben und dadurch ein maximaler Druck bis etwa 400 Atmosphären erzeugt, der durch den Stempel *E* der Presse auf das Arbeitsstück übertragen wird. Der Dampfkolben arbeitet mit Dampf von der vorhandenen Spannung von 4—10 Atmosphären. Ein wesentlicher Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß weder Rohrleitungen noch Steuerungen nötig sind. Der Rückzug geschieht durch zwei hydraulische Gegenplunger *F F*, die unter konstantem Druck von 50 Atmosphären stehen, und deren Kolbenstangen *G G* an dem Querstück *H* angreifen. Dem Einzelhub des Dampfkolbens entspricht ein Hub von etwa 150—160 mm des Preßstempels. Soll ein größerer Hub, der bei mittleren Pressen normal etwa $1\frac{1}{2}$ m beträgt, gemacht werden, so wird der Dampfkolben nicht durch die Rückzugszylinder in seine Anfangslage zurückgebracht, sondern durch Einlassen von Druckwasser von 50 Atmosphären in den Preßzylinder. Die Einwirkung dieses Druckes von 50 Atmosphären auf den Preßstempel *E* genügt, um den Zug der Rückzugszylinder zu überwinden. Durch Einlassen von Druckwasser unter 50 Atmosphären in den Preßzylinder kann der Stempel auch um jede beliebige Länge innerhalb seines Gesamthubes vorgeschoben oder durch Auslassen von Wasser zurückgezogen werden. Das Druckwasser (50 Atmosphären) wird durch hydraulische Steuerung zu- und abgeführt. Zum Einstellen des Preßstempels auf das Schmiedestück wird also der niedere Druck verwendet, während zum eigentlichen Schmieden der Dampfdruckübersetzer dient, der einen Druck in jeder beliebigen Größe bis zum Maximaldruck ausüben kann unter entsprechender Expansion des Dampfes, so daß nicht mehr Dampf verbraucht wird, als der jeweiligen Größe des Preßdruckes entspricht. Die Steuerung des Dampfkolbens erfolgt durch ein entlastetes Dampfeinlaß- und -auslaßventil. Es können mit der Presse 30—40 Hübe in der Minute ausgeführt werden. Die hydraulischen Gegenzylinder sind mit einem Windkessel *W* verbunden, der das verdrängte Wasser aus den Gegenzylindern aufnehmen und sofort wieder abgeben kann, wodurch die Arbeitsgeschwindigkeit der Presse sehr erhöht wird. Bei leichten Stücken, die einen geringeren Druck erfordern, läßt man nur so viel Dampf in den Zylinder, als dem mittleren Druck entspricht, arbeitet also mit Expansion. Für den Fall, daß die Höhe bei bestehenden Gebäuden die Aufstellung von Pressen mit obenliegendem Dampfdruckübersetzer nicht gestattet, wird der Druckübersetzer unabhängig von der eigentlichen Presse neben dieser aufgestellt. Für große Pressen werden statt eines zwei, auch drei Dampfdruckübersetzer angewandt. Eine dampfhydraulische Schnellschmiedepresse von Haniel & Lueg zeigt Fig. 23 in einhüftiger Bauart für etwa 60 Arbeitshübe. Nach ähnlichen Grundsätzen sind die dampfhydraulischen Schmiedepressen von Breuer, Schumacher & Co., Kalk bei Cöln, gebaut. Um sich verschiedenen Kraftverhältnissen anzupassen, werden die großen Pressen (für 10000 t) mit drei Treibapparaten (Druckübersetzern) und drei Preßzylindern versehen, die derart in Verbindung gesetzt werden können, daß alle drei Treibapparate in alle drei Preßzylinder arbeiten können, oder daß nur einer oder mehrere der Treibapparate auf alle Zylinder, oder endlich, daß alle oder mehrere Treibapparate auf einen oder mehrere Zylinder wirken können. Dadurch ist man in der Lage, mit dem Gesamtdruck, mit zwei oder einem Drittel desselben, ferner auch mit verschiedenen Hubhöhen arbeiten zu können.

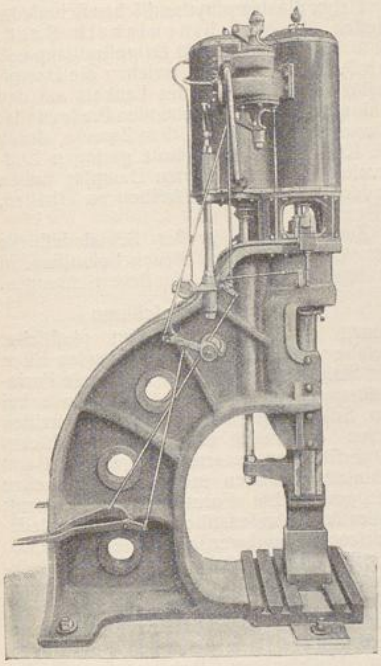


Fig. 23.

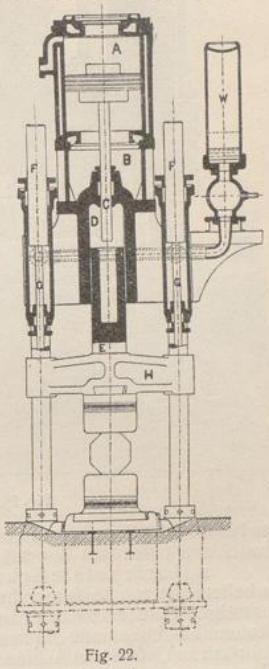


Fig. 22.

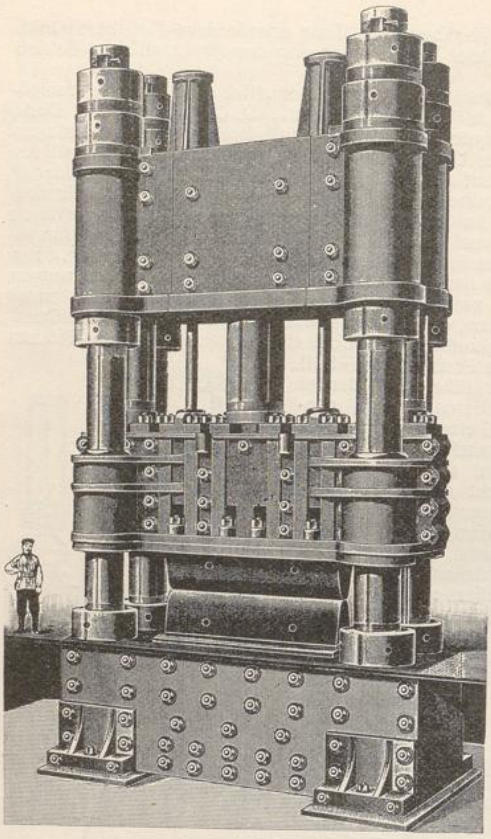


Fig. 24.

Fig. 24 zeigt eine 10—14000-t-Preſſe von Breuer, Schumacher & Co. von gewaltigen Abmeſſungen. Der aus einzelnen Teilen verſchraubte untere Holm hat ein Gewicht von 400000 kg. Die vier Säulen des Preſſengeſtells wiegen bei einer Länge von 12 m ungefähr 150000 kg und tragen 16 Muttern von 1200 mm Durchmeſſer und 50000 kg Gewicht. Eine dampfhydrauliſche Luppenpreſſe derſelben Firma von 100 t Preßdruck iſt auf S. 216 dargeſtellt. Weitere Ausführungen von großen dampfhydrauliſchen Schmiedepreſſen ſtammen von der Duisburger Maſchinenbau-A.-G. vorm. Bechem & Keetman, Duisburg a. Rh. (Vgl. a. Fördertechnik 1907, S. 121).

Ueber die dampfhydrauliſchen Schmiedepreſſen der Maſchinenfabrik Sack, G. m. b. H. in Rath, mit Dampftreibapparat, D.R.P. Nr. 171068, bei welchen die Dampfkolbenkräfte mittels eines Lenkers auf den ſenkrecht zu erſterem ſtehenden Preßzylinder übertragen werden, zu dem Zwecke, durch die Kniehebelwirkung trotz geringen Enddruckes des expandierten Dampfes hohen Enddruck auf den Preßkolben zu erhalten, ſ. Preſſen.

Zum Wenden großer Schmiedeſtücke während des Preſſens dienen beſondere, in Laufkranen hängende Wendevorrichtungen.

4. Schmiedemaſchinen

dienen dazu, durch Preſſen plaſtiſcher Metalle (faſt ausnahmslos glühendes Eiſen und Stahl) in ein Geſenke beſtimmte Formänderungen zu erzielen. Anſtatt wie bei den Schmiedepreſſen in den allermeiſten Fällen die Form eines Schmiedeſtückes durch Strecken zu erreichen, wird bei den Schmiedemaſchinen mehr durch Stauchen die gewünſchte Formänderung bewirkt; es hat alſo das Rohmaterial die Dicke des ſchwächſten Teiles des Schmiedeſtückes. Die Schmiedemaſchinen laſſen ſich ihrem äußeren Aufbau nach in horizontale und vertikale unterſcheiden.

a) Horizontale Schmiedemaſchinen zur Herſtellung aller Arten von Kleinſchmiedearbeiten, die roh ſo ſauber herzuſtellen ſind, daß jede weitere maſchinelle oder Handarbeit ſich erübrigt. Solche kommen vor bei der Fabrikation landwirtſchaftlicher Maſchinen, im Waggon-, Automobil-, Lokomotiv-, Lokomobil- und Schiffbau, in Eiſenkonſtruktionswerkſtätten und Maſchinenfabriken in Geſtalt von Achſen, Hebeln, Gabeln, Exzentern, Bolzen, Bremsgeſtängen, Bundringen, Zugmuttern, Kreuzköpfen, Reelingſtützen, Deckſtützen, Keſſelankern, Achsbuchſen, Pufferſtangen u. ſ. w.; ferner finden ſie beim Anſtauchen von Muffen, Bunden, Flanſchen an ſchmiedeeiſernen Röhren u. ſ. w. Verwendung. In Fig. 25 iſt die Wirkungsweiſe der Maſchine im Prinzip dargeſtellt. In einem beweglichen und einem feſten Geſenkteil iſt vorn je zur Hälfte die anzuſtauchende Form ausgearbeitet, während der hintere Teil knapp paſſend die Form der Rohſtange hat. Das zu preſſende Material wird nun nach Erhitzung bei geöffneten Backen von hinten bis zu einem Anſchlag vorgeſchoben. Sodann ſchließen ſich die Backen und halten das Schmiedeſtück an ſeinem hinteren Ende feſt. Nach Entfernung des Anſchlages geht nun ein Stauchſtempel gegen das glühende Ende vor und preßt es in die Geſenkeform. Iſt die vorzunehmende Formänderung zu groß, als daß ſie durch einmaligen Stauchdruck herbeigeführt werden könnte, kommt das Arbeitsſtück zuerſt in ein Vorgeſenke und dann direkt in das Fertiggeſenke. (In der Figur wird beim Anſtauchen eines runden Auges zuerſt ein

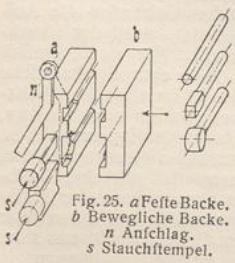


Fig. 25. *a* Feſte Backe. *b* Bewegliche Backe. *n* Anſchlag. *s* Stauchſtempel.

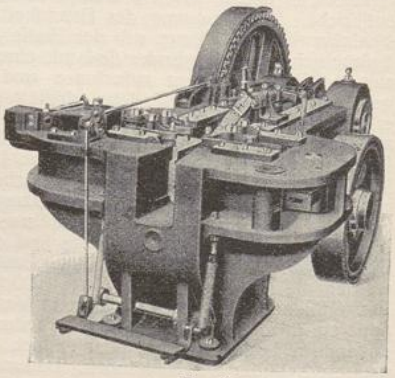


Fig. 26.

vierkantiger Kopf gepreßt.) Die Ausführung einer solchen modernen horizontalen Schmiedemaschine zeigt Fig. 26 (C. W. Hafenclever Söhne in Düsseldorf). Diese Maschine kann sowohl für Stücke verwendet werden, die von der rohen Stange von beliebiger Länge abgeschmiedet werden, als auch für solche, die mit einer Hitze mehrere Operationen bis zur Fertigstellung durchzumachen haben. Der Antrieb der Maschine erfolgt direkt von der Transmission oder einem Elektromotor aus mittels eines breiten Riemens auf einer als Schwungrad ausgebildeten Riemenscheibe (Fig. 27). Letztere läuft konstant mit etwa 265 Umdr./min. um, macht also keine Riemenverschiebung nötig. Durch eine Zahnradübersetzung, deren großes Rad nur durch Mitnehmerbolzen mit der Kurbelwelle verbunden ist, womit für Ueberlastungen eine Sicherung geschaffen ist, indem die leicht ersetzbaren Bolzen einfach abgeschoren werden, wird die Bewegung auf eine im kräftigen Bett doppelt gelagerte Kurbelwelle übertragen. Der eigentliche Stauchschlitten wird unter Zwischenschaltung eines Druckhebels durch eine Schubstange bewegt. Letzterer Druckhebel ist um seinen einen Endpunkt frei schwingend angeordnet. Durch Ausschwingen derselben vermittelst einer beim Schlittenrückgang eine schiefe Ebene hinansteigenden Rolle wird die Bewegung des Stauchschlittens unterbrochen, ohne daß die Kurbel ihre Umdrehungen unterbricht. Der Stauchschlitten selbst ist ein prismatischer Körper, der sich unter Zwischenschaltung auswechselbarer Verschleißplatten im Maschinenbette bewegt. An der vorderen Stirnseite des Stauchschlittens befindet sich eine Aussparung zur Aufnahme der Hammereinsätze, in welche die eigentlichen formgebenden Stauchwerkzeuge eingesetzt werden. Von der Bewegung des Stauchschlittens ist auch die Bewegung des Matrizenschlittens abgeleitet. Damit die auf letzterem sitzende Matrize das Material fest gegen die im Bett befestigte Matrize preßt, ehe die Staucharbeit beginnt, müssen beide Hälften geschlossen sein, während der Stauchschlitten noch einen Teil seines Hubes zurücklegt. Anderseits müssen sie das Material auch so lange festhalten, als der Schlitten noch mit dem gestauchten Teil in Berührung ist, damit er nicht das Material aus den Matrizen zieht. Die Bewegungen werden durch einen Kniehebelmechanismus erreicht, dessen Drehpunkte und Hebelverhältnisse so gewählt sind, daß der Matrizenschlitten sogut wie gar keine Bewegung macht, während der Stauchschlitten den letzten Teil seines Hubes zurücklegt. Auch hier ist in eines der Hebelgelenke ein Sicherheitsbolzen von entsprechend schwachen Dimensionen eingeschaltet, der brechen soll, wenn etwas zwischen die Matrizen fällt. Nimmt man diesen Bolzen heraus, so ist die Bewegung des seitlichen Schlittens unterbrochen: die Maschine wirkt als Hammer- oder Biegemaschine. Gewöhnlich steht die linke Matrize fest, die rechte ist die bewegliche; um die geschmiedeten Teile direkt von der Stange abschneiden zu können, ist mit dem beweglichen Matrizenschlitten eine Schere verbunden, die mit festem Schermesser arbeitet. Im D.R.P. Nr. 168 254 ist eine Verbesserung dahin getroffen, daß die bis dahin festliegende Matrize ebenfalls beweglich gemacht ist. Diese Einrichtung ist besonders für solche Stücke wertvoll, die eine Anstauchung in der Mitte erhalten, z. B. die Kugeln von Relingstützen, wobei sich sonst das Material schwer aus der Matrize entfernen ließ. Die Bewegung der Matrize erfolgt hierbei durch einen Handhebel unter Zwischenschaltung eines Kniegelenkstückes. Damit die beiden Matrizen beim Stauchen sich nicht heben, sind auf ihre beiden Schlitten Druckstücke aufgeschraubt, die durch Druckschrauben die Matrize niederhalten. Zur Begrenzung des Materialvorschubes ist vor den Matrizen ein Anschlag vorgesehen, der sich selbsttätig fortbewegt, sobald das Material vorgeschoben ist, und somit dem Stauchschlitten Raum gibt.

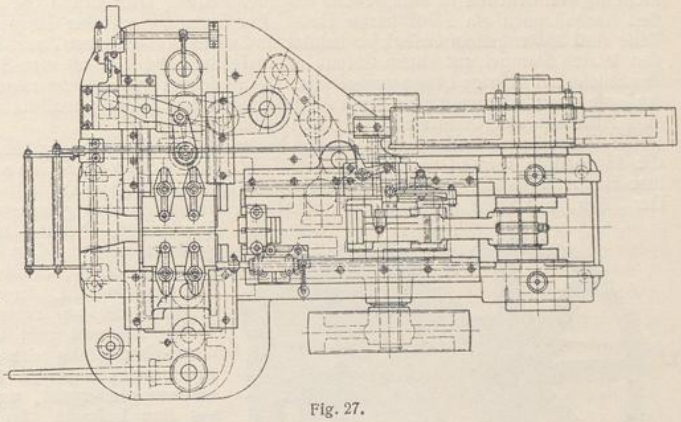


Fig. 27.

Stücke, bei denen mehr Material zusammengestaucht werden soll, als dem Weg des Stauchschlittens nach Schluß der Matrizen entspricht, werden in zwei Arbeitsvorgängen hergestellt. Die beiden Gesenke sind dann übereinander angeordnet, ebenso die beiden Hammereinsätze im Stauchschlitten. Ringe wie auch andre Gegenstände mit glatter Bohrung werden in der Weise hergestellt, daß man Rohmaterial von der Stärke der Bohrung aufstaucht. Häufig werden in die Matrizen auch besondere Messer eingesetzt. Von ähnlicher Bauart ist die Ajax-Schmiedemaschine von De Fries & Cie., A.-G. in Düsseldorf, und L. Loewe & Co., A.-G. in Berlin. Eine sehr bekannte Ausführung stammt von der Acme Machinery Co. in Cleveland. Näheres über horizontale Schmiedemaschinen vgl. [11], [12].

b) Vertikale Schmiedemaschinen, auch Hammermaschinen genannt. Zur Massenanfertigung kleiner Gegenstände, die in mehreren Gesenken nacheinander ihre Form erhalten sollen, werden mehrere nebeneinander liegende, in vertikalen Führungen sicher geführte Stempel in einem Gerüst vereinigt. Die einzelnen Stempel werden von einer gemeinsamen

Kurbelwelle mit fehr geringer Exzentrizität (etwa 10 mm) fehr rafch (etwa 300mal in der Minute) auf und nieder bewegt. Der Antrieb erfolgt entweder durch Riemenfcheiben oder auch durch direkte Kupplung mit einer kleinen Dampfmafchine mit ftehendem Zylinder (Ausführung von der Chemnitzer Werkzeugmafchinenfabrik vorm. Joh. Zimmermann). Die Stempel tragen nur die Obergefenke, die Untergefenke find auf ebenfovielen kleinen Amboffen gelagert, die mittels Zahnradüberfetzung und Spindel der Höhe nach verfchoben werden können. Zur Vermeidung von Brüchen ift eine genaue Höheneinftellung erforderlich (gewöhnlich legt man unter den Amboß noch ein Stück hartes Holz). Zur Erzielung gleicher Längen der zu fchmiedenden Teile find hinter jedem Gefenk horizontal und vertikal verftellbare Anfchläge angebracht. Anftatt den letzten Stempel mit einem Gefenk zu verfehen, wird hier oft eine Schere zum Abfchneiden der Stücke auf richtige Länge vorgefehen. Die Mafchine wird unter vielem andern verwendet zum Anfpitzen von Schienennägeln, zum Ausfchmieden von Telegraphenftützen, Eggenzähnen u. f. w., zum Abfetzen von Quadrateifen auf Rundeifen u. dergl.

Ebenfalls zur Maffenherftellung von Nieten, Hakenfchrauben, Lafchenfchrauben u. f. w. dient die fogenannte Revolverpreffe von C. W. Hafenclever Söhne in Düffeldorf (Fig. 28). Ihre Hauptarbeitsteile find der Revolvertifch (vgl. a. Revolver) und der Schlitten (Döpper). Der Tifch, aus Stahl gefchmiedet, rotiert um eine horizontal gelagerte Welle und trägt acht Werkzeuge, Gefenke, in welche die Eifenftifte gefteckt werden. Die Werkzeuge haben oben eine Vertiefung, in die der im Schlitten fefte Stempel eingreift. Er wird bewegt von einer Kurbel, die an einer zweiten horizontalen Welle fitzt und acht Umdrehungen während einer Umdrehung des Revolvers macht. Der Antrieb des Stempels ift fo eingerichtet, daß er eben niedergeht, wenn ein Werkzeug fich vor ihm befindet. Im Innern des Revolvers befindet fich eine Exzenterfcheibe, die bei der Drehung des Revolvers die fertig gepreßten Arbeitsftücke auswirft. Die Eifenftangen, von welchen die Nieten u. f. w. zu preffen find, werden in einem neben der Mafchine ftehenden Ofen erhitzt und mittels der an der Mafchine angebrachten Schere auf Länge gefchnitten. Die abgefchnittenen Stücke fallen in eine Tafche und werden von da in die Werkzeuge eingeführt. Als normale Leiftung der Mafchine werden 10000—15000 Stück Nieten in 10 Stunden angegeben. Die Ausführungen der Mafchine gehen bis 25 mm zu bearbeitendem Bolzendurchmeffer.

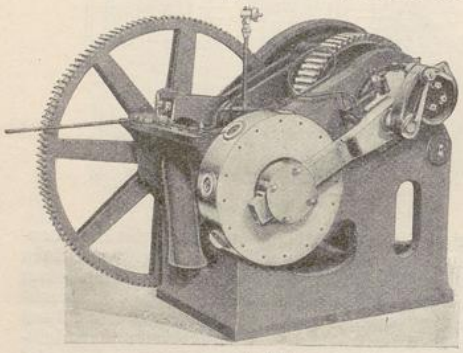


Fig. 28.

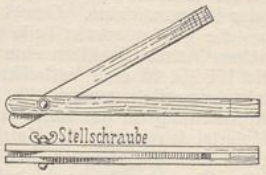
Eine ältere Mafchine zu ähnlichen Zwecken wie die vorhergehenden ift die Preffe von Vincent, deren Stempel durch eine Schraubenfpindel bewegt wird. Näheres hierüber [13].

Literatur: [1] Ledebur, A., Lehrbuch der mechanifchen Technologie, Braunfchweig 1905. — [2] Fifcher, Werkzeugmafchinen, 2. Aufl., Berlin 1905. — [3] Iron age 1903, S. 14. — [4] Sobbe, C., Beiträge zur Technologie der Schmiedepreffen, Differtation, Düffeldorf 1900. — [5] „Stahl und Eifen“ 1908, S. 314. — [6] Ebend. 1892, S. 172. — [7] Zeitfchr. d. Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1872, S. 329. — [8] „Stahl und Eifen“ 1892, S. 155. — [9] Iron age, 1892, S. 344. — [10] Harbord, F. W., The Metallurgy of Steel, London 1904, Fig. 364. — [11] Werkftattstechnik 1907, S. 345. — [12] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 17. — [13] Kick, Mechan. Technologie, Wien 1898, S. 341. — [14] Werkftattstechnik 1909, S. 43.

E. Treiber.

Schmiedeprobe, f. Proben, technologifche.

Schmiege, ein aus zwei mittels eines fchwergehenden oder feftftellbaren Gelenkes verbundenen Linealen gebildeter Winkel, mit dem beliebige Winkel abgenommen und übertragen werden können (vgl. die Figur). S. a. Meßwerkzeuge.



L. v. Willmann.

Schmiegen, Bauteile, vornehmlich Dachhölzer, die mit andern unter fchiefem Winkel fich verbinden.

Die Anfchlußfläche heißt Schmiegfläche oder abgekürzt Schmiege, und unterfcheidet man je nach der Lage und Art: Fußfchmiege, Lotfchmiege und Backenfchmiege. Das Verfahren, diefe Schmiegen feftzuftellen, heißt, wenn es Dachkonftruktionen betrifft, Schiften.

Schmieglage (Stromlage), eine Lage fchief gelegter Mauerfteine, eine Verbandweife, bei welcher in fehr ftarkem Backfteinmauerwerk (beim Waffer- und Feftungsbau) die Längs- und Stoßfugen fchräg gegen die Mauerflucht gerichtet find. Dabei wechfeln je zwei folcher Schichten mit Binderfchichten ab. Gewöhnlich dienen hierzu Backfteine, wobei auch Abfallftücke Verwendung finden, feltener fogenannte Schmiegziegel oder Klampfteine, d. h. Backfteine mit fpitzem Kopf; f. Feftungsverband.

L. v. Willmann.

Schmiegftein oder Schrägftein, ein Eckftein, der nicht rechtwinklig, fondern beliebig ftumpf- oder fpitzwinklig zu bearbeiten ift, was mit Hilfe der Schmiege (f. d.) oder mittels Schablone gefchieht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Im Backſteinbau dient er als Formziegel (Bd. 4, S. 145, Fig. 3, 6 und 8), als Normprofilſtein (NP Nr. 3) zur Herſtellung von Achteckpfeilern oder als Faſenſtein (NP Nr. 2 und 8).
Weinbrenner.

Schmiegungsebene (Oskulationsebene), die Ebene, gelegt durch drei aufeinander folgende Punkte einer Raumkurve.

Schmiegungskegel, ſ. Krümmung, Bd. 5, S. 717.

Schmiernutenherſtellung erfolgt entweder von Hand, ſofern dies überhaupt möglich iſt, unter Anwendung entſprechender Meißel oder maſchinell auf den ſogenannten Schmiernutenzugmaſchinen.

Bei letzteren erhält die das Schneidwerkzeug (ein Stahlſtichel mit halbkreisförmiger Schneide vom Profil der zu ſchneidenden Nute) tragende Zugſpindel eine Längsbewegung mit Hilfe eines Zahnſtangengetriebes und Handkurbel und eine gleichzeitige Drehung um ihre Achſe; durch Vereinigung beider Bewegungen entſteht Spiralform der Nut, durch Ausſchaltung einer Bewegung entweder gerade oder kreisförmige Nut. Die Drehbewegung wird entweder durch eine auf das hintere Ende der Zugſpindel aufgeſteckte Patrone eingeleitet, in deren Spiralnut ein Führungsbacken eingreift, oder ſie wird mittels Kegelrad- und weiterer Stirnradüberſetzungen direkt von der Längsbewegung abgeleitet. Die Tieferſchaltung des Schneidwerkzeugs erfolgt vom hinteren Ende der Spindel aus durch Zugkeil u. a. Beim Rückgang hebt ſich das Werkzeug zur Schonung der Schneide meiſt etwas ab. *E. Treiber.*

Schmierung, Verfahren, um die unmittelbare Berührung von aneinander bewegten Flächen möglichſt zu verhindern und insbeſondere die Folgen unmittelbarer Berührung: Arbeitsverluſt, Abnutzung und Erhitzung zu vermeiden. Als Schmiermittel kommen Fette und fette Oele (ſ. d.) ſowie Mineralöle (ſ. d. und Petroleum) in Betracht, die mittels beſonderer Schmiervorrichtungen an die zu ſchmierenden Stellen geſchafft werden.

Wirkungsweiſe der Schmiermittel. Bei genügender Schmierung ſoll zwiſchen zwei Gleitflächen die Reibung innerhalb des Schmiermittels auftreten. Theoretiſch ſoll ſich alſo der Vorgang ſo vollziehen, daß an den Gleitflächen *A* und *B* (Fig. 1) das Schmiermittel in zwei Schichten (*a*, *b*) feſt haftet und ſie voneinander trennt (Adhäſion, Schlüpfrigkeit), während zwiſchen dieſen zwei Schichten die Reibung (Schlangenlinie in Fig. 1) als innere Reibung des Schmiermittels auftritt, die der Zähflüſſigkeit des letzteren (Kohäſion, Viskoſität) entſpricht, relativ gering und vom Drucke der Flächen *A B* gegeneinander unabhängig iſt. Das Schmiermittel muß alſo möglichſt große Adhäſion und möglichſt geringe Kohäſion haben, d. h. möglichſt ſchlüpfrig und recht dünnflüſſig ſein und bleiben. Praktiſch wird das Zutreffen obengedachten Vorganges beeinflußt:

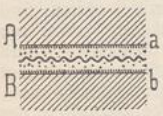


Fig. 1.

1. Durch die große Schwierigkeit einer jederzeit vollkommenen Trennung der Gleitflächen *A* und *B*, ſei es infolge hoher Belaſtung eines Lagers oder unexakter Arbeit bezw. Abnutzung an den Flächen u. ſ. w. Haben z. B. die Schmiermittel in ſolchem Falle keine ſehr hohe Adhäſion, ſo werden ſie ſtellenweiſe oder überhaupt verdrängt; dann entſteht Heißlaufen, Beſchädigung, Abnutzung. Vorübergehend kann das Heißlaufen durch Einſchütten von Schwefelpulver, Graphit u. ſ. w. verhindert werden; ſchwieriger iſt es, die Abhängigkeit von Druck, Geſchwindigkeit und Beſchaffenheit der Gleitflächen durch das Schmiermittel vollkommen zu beſeitigen.

2. Durch die wachſende Größe der relativen Geſchwindigkeit der Flächen *A* und *B* iſt auch eine Zunahme der Reibung ſowie eine zunehmende Temperatur des Schmiermittels bedingt; letztere ſetzt — bis zu einer beſtimmten Grenze — die Viskoſität und damit auch die innere Reibung herab, ebenſo umgekehrt [8]. Die Schlüpfrigkeit (Adhäſion) eines Schmiermittels nimmt mit zunehmender Temperatur ab, wodurch die direkte Berührung der Gleitflächen begünſtigt wird und umgekehrt. Zu- und Abnahme der inneren Reibung und der Adhäſion erfolgen indeſſen nicht im gleichen Verhältnis wie jene der relativen Geſchwindigkeit.

3. Durch die mehr oder weniger hohe äußere Temperatur der Gleitflächen *A* und *B* ſelbſt oder deren Umgebung kann eventuell der Aggregatzuſtand des Schmiermittels verändert werden: bei niederer Temperatur (Eismaſchinen u. ſ. w.) Erſtarrung, bei ſehr hoher Temperatur (Heißdampf u. ſ. w.) Verflüchtigung oder Entflammung.

4. Säuregehalt ſowie fremde (gelöſte und feſte) Beimengungen zum Schmiermittel können eine ungünſtige Veränderung der Gleitflächen veranlaſſen (vgl. das unter 1. Geſagte wegen der Folgen).

5. Durch Schmiernuten u. ſ. w. wird die Dicke der ſchmierenden Schichte ungleich, alſo die theoretiſche Vorausſetzung weſentlich modifiziert.

Eine große Schlüpfrigkeit (Adhäſion) verbürgt die Erhaltung einer genügend ſtarken Schichte des Schmiermittels, auch bei höherem Druck, iſt alſo in den meiſten Fällen der Praxis in erſte Linie zu ſtellen (Tragfähigkeit des Schmiermittels); in zweiter Linie ſteht die Kohäſion (Schmierfähigkeit). Vgl. [1]—[9].

Feſte Schmiermittel (Fettſchmierung). Es iſt ziemlich ſicher erwieſen, daß die Verwendung von konſiſtenten Fetten zur Schmierung von Lagern im allgemeinen gegenüber der Verwendung von Schmieröl einen größeren Kraftverbrauch und ein öfteres Heißlaufen der Lager im Gefolge hat. Die feſten Schmiermittel arbeiten ſo, daß ſich die damit geſchmierten Lager raſch erwärmen; das Fett wird dann flüſſig und ſchmiert, wodurch ſich das Lager wieder abkühlt u. ſ. w. Es beſteht alſo eine gewiſſe Ungleichmäßigkeit und Unſicherheit dieſer Art

Schmierung; außerdem muß in allen Fällen die Schmiere der zu ſchmierenden Fläche durch beſonderen Druck zugeführt werden; bei hoher Außentemperatur fließt dem Lager zu viel, bei niederer zu wenig Schmiere zu; die völlige Undurchſichtigkeit des Schmiermaterials läßt Verunreinigungen ſchwer erkennen; auch iſt ein großer Verbrauch an Putzlappen bedingt, überhaupt der Betrieb im allgemeinen teurer als bei der Oelſchmierung. Vorteilhaft kann die Fettſchmierung nur unter beſonderen Umſtänden werden, z. B. dort, wo die ſich reibenden Flächen unter ſehr hohem Druck ſtehen, bei langſam laufenden, ſchwer belaſteten Zapfen, bei ſchwer zugänglichen Lagern, bei ausgedehnten Triebwerksanlagen mit geringen Umlaufzahlen oder bei ſchnell rotierenden Maſchinen, bei denen das Oel leicht abgeſchleudert wird, bei Leerſcheiben, Zahnſtangen, Riemen, Wagenachſen (Wagenſchmiere) u. ſ. w. Als Material wurde früher vielfach Rinds- und Hammelstalg benutzt, das aber, weil zu teuer, nur noch ſelten (zum Einfetten der Ledertreibriemen) zur Anwendung kommt. In Amerika verwendet man da und dort noch als Adhäſionsfett ein Gemiſch von drei Teilen Tran und einem Teil heißem Talg. Bei uns beſteht heutzutage das ſtarre Fett faſt nur aus tieriſchen und pflanzlichen Seifen mit Zuſatz von Mineralöl, eventuell auch Kolophonium.

Oelſchmierung. Es gibt faſt für jeden Verwendungszweck ein beſonderes Schmieröl. Von animaliſchen Fetten kommen hauptſächlich Tran, Klauen- oder Knochenöl (höchſt ſchlüpfrig, teuer, nur für feinere Maſchinen, Uhren u. dergl.), Spermazetiöl (aus Walrat, ebenfalls ausgezeichnet für feinere Maſchinen) zur Anwendung. Schmalzöl und Wollſchweißöl werden nur vermiſcht verwendet. Von pflanzlichen fetten Oelen kommen in raffiniertem Zuſtande (vgl. Oelfabrikation) Rüböl, Olivenöl (ſelten unvermiſcht) und Rizinusöl (ſehr zähflüſſig) zur Verwendung; zum Vermiſchen mit andern Oelen dient Baumwollſamenöl, und zum Schmieren ganz feiner Maſchinen Mandelöl. Harzöle ſind nur mit Mineral- oder Pflanzenöl vermiſcht brauchbar; man nennt ſie dann „ſchwere Oele“ und ſie finden als Zylinderöle (ſ. unten) und ſolche Oele, welche für höhere Temperaturen und hohen Druck beſtimmt ſind, Verwendung. Die Mineralöle und das Petroleum haben heute die größte Verbreitung als Schmieröle; die zähflüſſigen Abſpaltungen werden durch Deſtillation gewonnen und durch weitere Deſtillation bezw. durch Filtrieren, Behandeln mit Schwefelſäure und nachher mit Lauge raffiniert. Sie haben vor allen andern Schmierölen den großen Vorzug, daß ſie an der Luft unverändert bleiben (abgeſehen von Farbänderungen), keine Säure bilden, nicht verdicken, nicht eintrocknen und bei höheren Temperaturen ſehr dünnflüſſig werden, alſo geringe Reibungswiderſtände veranlaſſen. Manche Mineralöle kommen den beſten fetten Oelen als Schmiermittel gleich, ſind aber billiger als letztere. Zähflüſſigkeit (Kohäſion) und Schlüpfrigkeit (Adhäſion) gehen bei Mineralölen meiſtens parallel; zu der wichtigſten Eigenſchaft — der Schlüpfrigkeit — muß deshalb die größere innere Reibung in Kauf genommen werden. Im Handel unterſcheidet man die Oelſorten bereits nach dem Verwendungszweck: es gibt Kompreſſor-, Maſchinen-, Spindel-, Transmiſſions-, Turbinen-, Walzen-, Zylinderöle u. ſ. w. Wir verweiſen bezüglich der Lieferungsbedingungen für Schmieröle auf [7] und bemerken hier nur allgemein, daß — abgeſehen von den vom Verwendungszweck bedingten beſonderen Rückſichten — jedenfalls verlangt werden muß: hinreichende Schlüpfrigkeit, Volumbeſtändigkeit, Flüſſigbleiben bei niederer und Nicht-zu-dünnflüſſig-werden bei hoher Temperatur, Freiſein von Säuren, Waſſer und feſten Beimengungen, beſtimmter Entflammungspunkt, kleiner Reibungswiderſtand bei der Temperatur [3], bei der ſie verwendet werden. Das Vorhandenſein der vorgeſchriebenen Eigenſchaften wird durch die Oelprüfung [4]—[6] feſtgeſtellt (Oelprobiermaſchine, Viskoſimeter, Flammpunktprüfer u. ſ. w.). Die Mineralöle, welche in allen gewünſchten Flüſſigkeitsgraden hergeſtellt werden, haben vor den Tier- und Pflanzenölen den Vorteil, daß ſie nicht harzen, faſt ſäurefrei und billig ſind. Dagegen ſind ſie nicht ſo ſchlüpfrig wie jene. Man ſchmiert daher in den meiſten Fällen am vorteilhafteſten mit Mineralölen und verwendet da, wo größere Anforderungen an die Schlüpfrigkeit geſtellt werden, Miſchungen von Mineralölen mit Tier- und Pflanzenölen oder nur letztere, von denen Rüb-, Oliven-, Knochenöl und auch Talg für Zylinderſchmierung die gebräuchlichſten ſind. Durch Zuſatz von 2—3% Flockengraphit zu Schmierölen entſtehen die ſogenannten Graphitöle, die eine weſentliche Erſparnis bei der Schmierung ermöglichen, ohne daß die damit geſchmierten Maſchinenteile eine beſondere Abnutzung erleiden ſollen [9].

Der **Verbrauch an Schmiermitteln,** nach welchem ſich die Geſamtkoſten für die Schmierung berechnen laſſen, hängt ſelbſtverſtändlich von der richtigen Verwendung ebenſo ab wie von der Art der Schmiere. Für die Oekonomie der Schmierung ſind indeſſen dieſe Koſten nicht allein entſcheidend; es ſpielt dabei auch der relative Kraftverbrauch für die Schmierung und die Abnutzung der geſchmierten Teile eine Rolle. — Bei der Maſchinenſchmierung iſt — wie wir nochmals hervorheben — vor allem darauf zu ſehen, daß das Schmiermittel genügend ſchlüpfrig iſt. Das Kaltgehen der Lager allein iſt kein Beweis für die genügende Schlüpfrigkeit, ſondern der geringe Verſchleiß der Gleitflächen. Ein ſchlüpfriges Schmiermittel bedingt geringeren Verſchleiß der Gleitflächen, größere Sicherheit im Betriebe und kleineren Verbrauch, da eine geringere Menge desſelben zur Schmierung ausreicht. — Bei Dampfzylinder und Schieberkaſten kommt nur die Schlüpfrigkeit der Schmiermittel, nicht auch die innere Reibung in Betracht. Hier ſind die Umſtände für die Schmierung ſehr ungünſtig; die Temperatur iſt hoch und nur ein kleiner Teil des Schmiermittels dient zur Schmierung, während der größere Teil ungenützt durch den Dampf fortgeriſſen wird. Hierdurch iſt der Verbrauch ſehr groß und die Erſparnis bei Verwendung ſchlüpfriger Oele ſehr weſentlich; denn der Verbrauch hängt nur von dem Grade der Schlüpfrigkeit ab. — Die Zähflüſſigkeit (innere Reibung) iſt bei raſch umlaufenden Maſchinen von großer Bedeutung. In Spinnereien wird mit dünnflüſſigen Oelen zum Schmieren der Spindeln eine bedeutende Krafterſparnis erzielt. Bei vielen Textilmaſchinen ſind nur Pflanzenöle verwendbar, weil — beſonders bei weißen Waren — Mineralölflecken nicht herausgehen. Die Verwendung konſiſtenter Maſchinenfette zum Schmieren raſch umlaufender

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maſchinen iſt der großen inneren Reibung bezw. des großen Kraftverbrauches halber unvorteilhaft. Die große Zahl der Schmiermittel, die Verſchiedenheit der Schmiervorrichtungen, der Beſchaffenheit und des Materials der Gleitflächen machen die Aufſtellung beſtimmter Regeln für die Maſchinenſchmierung in den einzelnen Fällen unmöglich. Es iſt vor allem darauf zu ſehen, daß den Gleitflächen das Oel genügend und gleichmäßig zugeführt wird, damit ſich die Gleitflächen möglichſt wenig reiben, denn die durch die Reibung abgeriebenen feinen Metallteilchen wirken wie Schmirgel weiter zerſtörend auf die Gleitflächen. Das abwechſelnde Lau- und Kaltgehen der Lager iſt die Folge der bald größeren, bald geringeren Reibung der Gleitflächen, welche in unregelmäßigem Oelzufluß, meiſtens aber in der Veränderung der Gleitflächen ihre Urſache hat. Für den letzteren Fall iſt die Verwendung eines ſchlüpfrigeren Oeles vorteilhaft. Wenn die Lager lau gehen, iſt die Reibung bezw. der Kraftverbrauch größer als wenn ſie kalt gehen; nur wenn das Laugehen durch die Außentemperatur, z. B. im Freien durch die Sonne, hervorgerufen wird, iſt die Reibung geringer.

Schmiervorrichtungen. Die Zuführung des Schmiermittels zu den Gleitflächen muß der Sicherheit des Betriebes halber jederzeit ſicher und gleichmäßig und die Menge im Intereſſe der Sparſamkeit regelbar ſein; die Schmierung ſoll nur während des Ganges der Maſchine ſtattfinden und geſchieht am beſten ſelbſttätig. Unter den Fettſchmierapparaten ſind die bekannteſten die Tovote-Büchſen (Fig. 2), die Stauffer-Büchſen (bei welchen das mit Fett gefüllte Oberteil auf das Unterteil aufgeſchraubt und das Fett in Schmiernuten gepreßt wird), die Zweiffel-Büchſen (Fig. 3), die Federdruckbüchſen (Fig. 4). Aehnliche Apparate findet man in allen

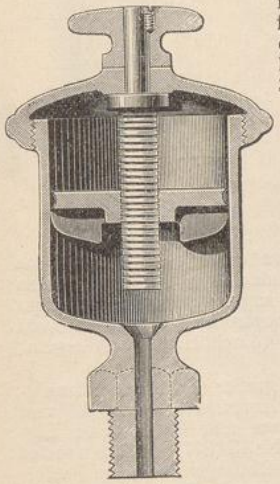


Fig. 2.

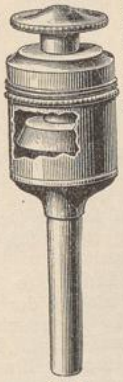


Fig. 3.

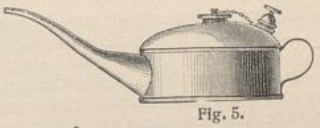


Fig. 5.

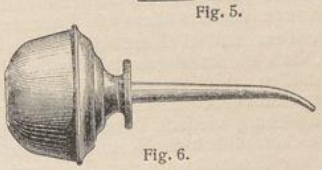


Fig. 6.

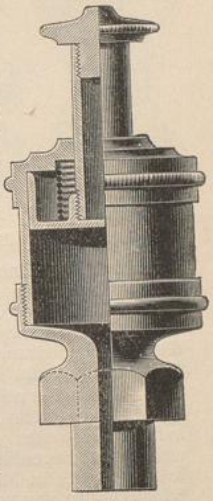


Fig. 4.

Katalogen der Armaturenfabriken beſchrieben und abgebildet. Sie dienen hauptſächlich der Schmierung von Lagern.

Die Schmiervorrichtungen für Schmieröle ſollen möglichſt an dem höchſten Punkte der Gleitflächen angeordnet ſein, damit das zwiſchen den Gleitflächen hinabfließende Oel auch die oberen Teile der Gleitflächen vollſtändig fättigt und den Spielraum zwiſchen ihnen ausfüllt. Dies iſt namentlich bei geringer Umdrehungsgeſchwindigkeit und großem Zapfendurchmeſſer zu beachten; je geringer erſtere und je größer der letztere, deſto weniger Oel wird von dem ſich drehenden Zapfen mit nach oben genommen und deſto leichter fließt es nach unten ab, ſo daß der Zwiſchenraum zwiſchen den oberen Hälften von Lager und Zapfen unausgefüllt bleibt. Dieſer Uebelſtand, dem man wirkſam durch ein zähflüſſiges Oel begegnet, hat größere Abnutzung der Gleitflächen ſowie das Schlagen bei Kurbelzapfen zur Folge. — Auch bei breiten horizontalen Lagern iſt möglichſt nur eine entſprechend große Oelzuführung in der Mitte zweckmäßig, damit das in der Mitte zwiſchen den Gleitflächen befindliche, durch die abgeriebenen Metallteilchen verunreinigte Oel ſtets durch reines Oel erſetzt wird. Schmiernuten ſind unentbehrlich.

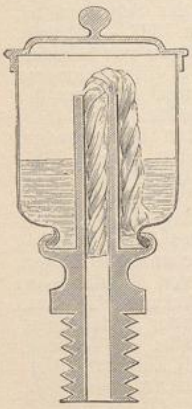


Fig. 7.

Die einfachſte, aber unvollkommenſte Schmiervorrichtung iſt ein Schmierloch in der Mitte, in welches vermittelſt der in den Fig. 5 und 6 dargeſtellten Schmierkannen Oel eingebracht wird. Die Kanne (Fig. 5) hat einen feſt verſchloſſenen mit Entlüftung verſehenen Deckel; beim Neigen der Kannen öffnet man durch Fingerdruck das Auslaßventil. Die in Fig. 6 dargeſtellte Spritzkanne gibt das Oel nach einem Druck auf den Federboden ab. Im übrigen unterſcheidet man:

1. Schmiervorrichtungen unter Benutzung des natürlichen Gefälles zur Leitung des Oels nach den zu ſchmierenden Stellen, und

2. Druckſchmierung, bei welcher das Oel mittels künſtlichen, durch Dampfſpannung, Schmierpreſſen, Schmierpumpen u. ſ. w. erzeugten Druckes an die Schmierſtellen befördert wird.

Zu 1. gehören die bekannten Dochtöler (Fig. 7), die Nadelſchmieröler oder Stiftöler (Fig. 8), die Tropföler (Fig. 9) u. a., wie ſie von jeder Armaturenfabrik [10] geliefert werden. Bei den Dochtölern muß das Oel

waſſerfrei ſein und darf auch keinen Graphit enthalten; ſie werden ebenſo wie die Stiftöler bei Unterbrechung der Schmierung abgenommen. Bei Tropfölern beſtehen in der Regel beſondere Abſperrvorrichtungen; vgl. a. Lager. — Die einfachſten, zu 2. gehörigen Vorrichtungen für Dampfzylinderſchmierung ſind in den Fig. 10 und 11 dargeſtellt. Sie beſtehen aus einem Kugelgefäß, welches oben durch eine Schraube oder einen Hahn und unten ebenfalls durch einen Hahn verſchloſſen werden kann. Das Schmiermittel wird durch die obere Oeffnung eingefüllt, während der untere Hahn geſchloſſen iſt. Hierauf wird die obere Oeffnung geſchloſſen und der untere Hahn ganz oder zum Teil geöffnet; der Dampf dringt in das Gefäß ein, wo er kondenſiert, und das Schmiermittel fließt mit dem Kondenswaſſer durch die Bohrung des Hahns in den Dampfzylinder. Da die Schmierung keine fortwährende iſt, ſind dieſe Hähne nicht vorteilhaft. — Eine beſſere Einrichtung iſt der ſogenannte Lubrikator (Fig. 12), der auf das Dampfrohr vor dem Dampfzylinder aufgeſchraubt wird. Durch Kondenſation des eintretenden Dampfes wird das Oel nach oben gedrängt und durch den ſeitlich angebrachten Tropfenzeiger in der Pfeilrichtung durch einen beſonderen Oelkanal in das Dampfrohr gedrückt. Sowohl die Dampfzuſtrömung als auch die Tropfenſchmierung laſſen ſich (durch Handräder) regeln; für den Ablaß des Kondenswaſſers dient ein Entleerungshahn.

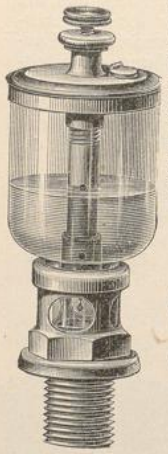


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

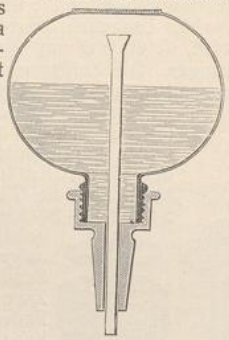


Fig. 8.

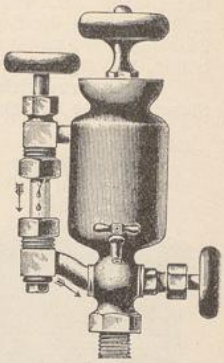


Fig. 12.

Schmierpreſſen und Schmierpumpen ſind in ſo großer Zahl und Mannigfaltigkeit ausgeführt, daß wir im allgemeinen auf die Kataloge der Armaturenfabriken [10] und auf [11] verweiſen müſſen. Viel verbreitet ſind die Mollerupſchen und Ritterſchen Einrichtungen; neuerdings findet auch die Graphitölſchmierpreſſe (D.R.P. Nr. 134317) von Schneider & Helmecke in Magdeburg vielfach Verwendung. Beſondere Einrichtungen ſind die Preßölſchmierungen, bei welchen mittels der Schmierpumpen unter Druck ſtehendes Oel zugeführt wird.

Einrichtungen zur Zentralſchmierung [11] werden in neuerer Zeit vielfach bei größeren Maſchinenanlagen angeordnet, d. h. es wird von einer Stelle aus eine ganze Anlage geſchmiert. Als Regel, insbeſondere bei ſchnellaufenden Maſchinen, gilt eine recht reichliche im Kreislauf zugeführte Oelzuleitung; in den Kreislauf ſind, wenn tunlich, Filter (deshalb Graphitöl ausgeſchloſſen) und Kühlvorrichtungen einzuſchalten. Das Oel ſoll in Richtung der Trägheitskräfte oder bei druckerfüllten Räumen in der Richtung des Druckes wandern. Der Zutritt von Luft, Dampf oder von Gaſen zum Oel iſt möglichſt zu verhindern.

Auf Apparate zur Oelprüfung [4]—[6], Oelfilterung und Reinigung von gebrauchtem Maſchinenöl u. ſ. w. ſoll hier nur hingewieſen werden; die meiſten der unter [10] genannten Fabriken liefern oder beſorgen dieſelben.

Literatur: [1] Künkler, Maſchinenſchmierung, Mannheim 1893. — [2] Großmann, J., Die Schmiermittel u. ſ. w., Wiesbaden 1894. — [3] Künkler, Die Fabrikation der Schmiermittel, Mannheim 1897. — [4] Holde, D., Die Unterſuchung der Schmiermittel, Berlin 1897. — [5] Volk, Die Prüfung der Maſchinenſchmieröle, Leoben 1898. — [6] Kapff, Wertbeſtimmung von Schmierölen u. ſ. w., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 553. — [7] Ebend. 1907, S. 471; Beſondere Bedingungen für die Lieferung von Mineralſchmierölen, Runderlaß des preuß. Miniſters der öffentlichen Arbeiten vom 4. Februar 1892; Mitteil. der kgl. techn. Verſuchsanſtalt, Berlin 1889, Ergänzungsheft 5. — [8] Kapff, Die Reibung von Schmierölen bei höheren Wärmegraden, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 343. — [9] Graphit als Schmiermittelzuſatz, ebend. 1897, S. 1273; 1899, S. 1067; 1903, S. 1506. — [10] Kataloge der Armaturenfabriken, z. B. von L. Becker, Offenbach a. M.; Billeter & Klunz, Aſchersleben; Blancke & Cie., Merſeburg; Blanke & Boß, Leipzig-Plagwitz; Bopp & Reuther, Mannheim; Gebr. Commichau, Magdeburg; Dicker & Werneburg, Halle a. S.; Dreyer, Roſenkranz & Droop, Hannover; de Fries & Cie., Düſſeldorf; E. Hagen & Cie., Hamburg; A.-G. vormals J. A. Hilpert, Wien; Klein-Schanzlin & Becker, Frankenthal; Alfred Kühn, Gera; J. Loſenhauſen, Düſſeldorf; Ludwigshütte von Münſtermann, Kattowitz O.-S.; J. Patrick, Frankfurt a. M.; Pörringer & Schindler, Zweibrücken; H. Reifert, Köln; W. Ritter, Altona; Schäffer & Budenberg, Buckau-Magdeburg; Schneider & Helmecke, Magdeburg; E. Schlömann & Cie., Düſſeldorf; Albus Sempell, M.-Gladbach; A. Voßberg, Magdeburg (Preßluftwerkzeugſchmierung); A. Wever & Cie., Barmen. — [11] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 914 (mit 12 Fig.); 1903, S. 1505 (Zentralſchmierung bei Walzenzugmaſchinen, mit 8 Fig.); 1906, S. 1701 ff. (Schmiervorrichtungen für Schiffsmaſchinen, mit 69 Fig.); 1907, S. 855 (Schmierung ſchnellaufender Maſchinen, mit 26 Fig.).

Lueger.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schminkweiß (Perlweiß), f. Wismutchlorid.

Schmirgel, Varietät des Korund, klein- und feinkörniges Aggregat desselben, kristallisierte Tonerde mit Beimischung von Eisenoxyd und andern färbenden Oxyden, von dunkelbläulichgrauer, unrein smalteblauer oder dunkelindigoblauer Färbung.

Härte 9; ziemlich schwer, schwerer als reiner Korund, vermöge seines hohen Eisengehaltes; findet sich auf Lagern kalkiger Gesteine im sächsischen Erzgebirge, am Ochsenkopfe, auf Naxos und andern Inseln des ägäischen Meeres, bei Smyrna, auch in England, Spanien, Persien, Peru und Nordamerika, doch stammt die Hauptmasse des im Handel befindlichen Schmirgels von der Insel Naxos. Die Gruben sind im Besitz der griechischen Regierung, und er wird von dort aus in Blöcken und unregelmäßigen Brocken versendet; s. a. Polieren, Schleifen. *Andés.*

Schmirgelkluppe, Handwerkzeug zum Schmirgeln (Polieren) von zylindrischen Metallgegenständen (Wellen).

Sie besteht aus zwei am einen Ende gelenkig miteinander verbundenen Holzhebeln, die mit entsprechenden Aussparungen die Welle umgreifen und an ihren freien Enden zusammengepreßt werden. Zwischen Welle und Kluppe wird Schmirgelpapier, -pulver und Oel eingebracht und die Kluppe von Hand allmählich an der rasch rotierenden Welle entlang geführt. *E. Treiber.*

Schmuck, s. Kunstgewerbe; **Schmucksteine,** s. Edelsteine.

Schnabel (Knotenspitze), s. Punkte.

Schnarchventile, s. Pumpen.

Schnauze, 1. Ausguß an einem Dachabfallrohr, 2. geschweifte Armlehne an den Sitzen der Chorstühle, 3. Unterlage unter die Feder im Türschlosse zum Schutz gegen Abnutzung. *Weinbrenner.*

Schnebelit, s. Geschoßtreibmittel, Bd. 4, S. 417.

Schnecke, eine Rolle mit einer auf ihr konisch verlaufenden spiralförmigen Rinne, in welche die Windungen eines Seiles oder einer Kette gelegt sind behufs Uebertragung einer Bewegung, ferner eine sogenannte Schraube ohne Ende, in die ein Zahnrad eingreift (vgl. den folgenden Artikel).

Bei der in Fig. 1 dargestellten Schnecke windet sich eine Kette auf den um eine feste Achse $\Phi\Phi'$ rotierenden treibenden Zylinder und wickelt sich ab von der Schnecke, die sich um die feste Achse FF' dreht. Die Bewegung dieses Getriebes, das ehemals bei Taschenuhren angewendet wurde, jetzt aber nur bei Chronometern in Gebrauch ist, wird durch eine in dem Zylinder befindliche gespannte Spiralfeder bewirkt. Die in Fig. 2 in Grundriß und Aufriß schematisch dargestellte doppelte Schnecke ss_1, $s's'_1$ dreht sich um die feste Achse F_1F_1' und ist aus zwei symmetrischen Teilen gebildet. Ein Seil $\sigma\sigma'$ ist mit dem einen Ende in i, mit dem andern in i' an der Schneckenwelle befestigt und auf die doppelte Schnecke in entgegengesetztem Sinne derart aufgewickelt, daß beide Seilteile $\sigma_1\sigma_1'$ die Schnecke an derselben Stelle verlassen. Das Seil ist geschlossen um zwei gleiche Führungsrollen $\Phi\varphi$, $\Phi'\varphi'$ gespannt, die sich bezw. um die Achsen Φ, Φ' drehen. Die Drehung der Schnecke muß abwechselnd in dem einen und dem andern Sinne erfolgen und dadurch wird dann ein Seilpunkt A in geradlinig hin und her gehende Bewegung versetzt. Diese Vorrichtung wurde bei Spinnmaschinen behufs Hervorbringung einer geforderten veränderlichen Geschwindigkeit des spindeltragenden Wagens von Gueroult [1] und verbessert von Weber [2] angewendet.

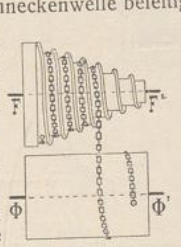


Fig. 1.

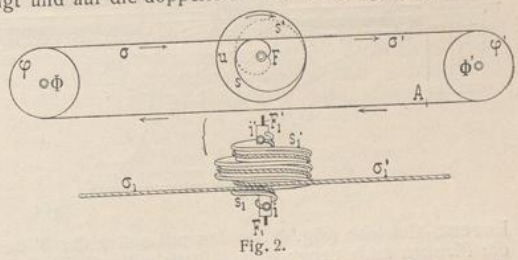


Fig. 2.

Literatur: [1] Descriptions des machines 1823, Brevet, 27. Octobre 1809. — [2] Brevet, 18. Juin 1810; Stamm, Theoretische und praktische Studien über den Selfaktor, deutsch von E. Hartig, Leipzig 1862, S. 83. *Burmester.*

Schnecke und Schneckenrad oder Wurm und Wurmrad bilden ein Getriebe für starke Uebersetzung ins Langsame von der mit Schraubengewinde versehenen Schnecke auf das mit Verzahnung eingreifende Rad, als Schraube ohne Ende.

Die Anwendung bei Hebezeugen, Werkzeugmaschinen, besonders bei elektrischem Antrieb, sowie bei Zählwerken u. s. w. hat sich bedeutend erweitert, seit das den früheren Ausführungen entsprechende Vorurteil wegen des geringen Wirkungsgrades durch bessere Ausbildung überwunden ist. Selten braucht man das Getriebe zur Uebersetzung ins Schnelle vom Rad auf die Schraube mit steilem Gewinde von 45—60° Steigung.

Die Bauform ist meist eine zylindrische Schraube, wobei als Teilriß die den Teilkreis des Rades tangierende Ebene gilt. Ihr Abstand r von der Achse ist bei geschmiedeten Schnecken, deren Zähne unmittelbar auf der Welle sitzen, ungefähr gleich der Teilung t oder

3 (t/π), bis 4 (t/π) bei lang freitragenden Wellen; bei gußeisernen Schnecken, die mit Feder und Bunden auf der Welle befestigt sind (Fig. 1), wird etwa $r = 1{,}6\ t$ oder 5 (t/π). Die Verzahnung im Mittelschnitt gleicht derjenigen einer Zahnstange mit Evolventen und geradlinigen Flanken am Gewinde. Das Rad erhält mindestens 28 Zähne, wofern nicht die Zahnhöhe kleiner als $0{,}7\ t$ oder die Neigung der Eingriffslinie größer als 15° angenommen wird. Die Zähne des Rades stehen im einfachsten Fall geradlinig schräg unter dem Steigungswinkel der Schraube, besser nach Fig. 2 gekrümmt. Das Schneckengewinde wird auf der Drehbank geschnitten und die Steigung nach Maßgabe der Leitspindel in engl. Zoll oder auch in der Stichzahl t/π angegeben. Das Rad wird mit einem Fräser, der um den Zahnspielraum größer als die Schnecke ist, unter gegenseitiger Bewegung in passender Geschwindigkeit von außen eingeschnitten [1]. Um die Radzähne außerhalb des Mittelschnittes aufzuzeichnen, kann man nach [2] Hilfsebenen radial zur Schneckenwelle benutzen und deren Schnittpunkt mit der Achse des Rades als den Mittelpunkt eines in dieser Ebene sich drehenden Radkreises gelten lassen. Zum genaueren Studium kann man nach [3] Schnittebenen parallel zur Radmittelebene legen, in denen man die Schnittkurven der Schneckenverzahnung konstruiert, die mit den Schnittkurven der Radzähne dem gegebenen Bewegungsgesetz folgen müssen. In dieser Weise sind in [4] die Verzahnungen mit Evolventen und Cykloiden eingehend untersucht und die Eingriffsfelder als die Flächenstücke, innerhalb deren die Berührung stattfindet, aufgezeichnet. Bei einer Eingriffdauer von $2\ t$ bis $3\ t$ gibt man dem Gewinde eine Länge von $4\ t$ bis $5\ t$. — Globoidschrauben (Fig. 3), deren Gewinde in einem dem Radhalbmesser entsprechenden Kreise geschnitten sind, berühren im Mittelschnitt durchweg; die Schneckenwelle ist auch in der Längsrichtung genau passend zum Rade einzustellen. Die ähnlich aussehenden

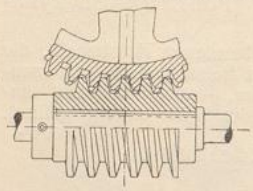


Fig. 1.

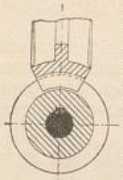


Fig. 2.

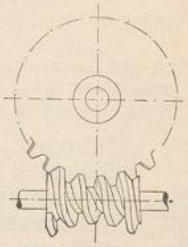


Fig. 3.

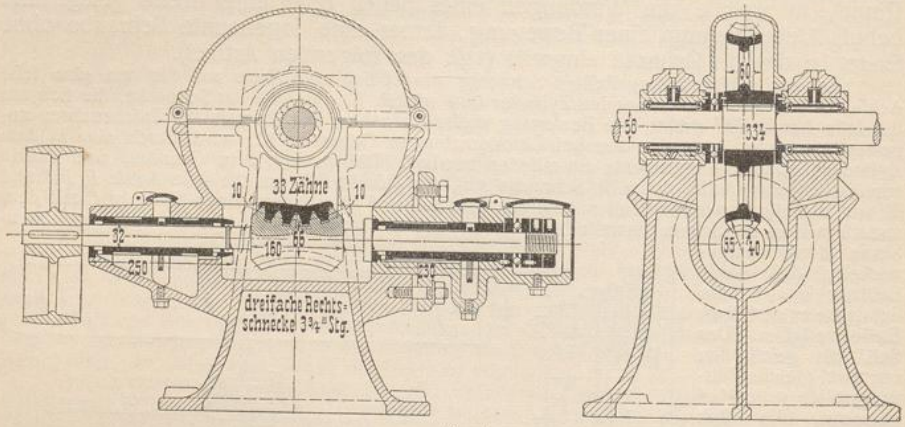


Fig. 4.

Lorenz-Getriebe (Fig. 4) werden mit außer der Mitte angestellten Messern so hergestellt, daß die Flanken auch neben dem Mittelschnitt möglichst in breiter Fläche zur Anlage kommen [5].

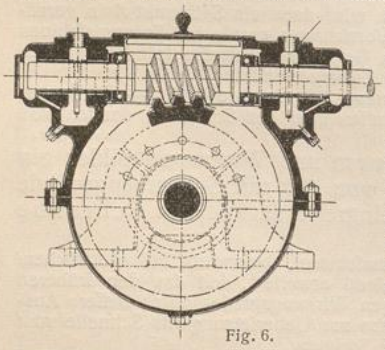


Fig. 6.

Die Pekrun-Getriebe (Fig. 5) enthalten als Radzähne auf radialen Zapfen lose sitzende Rollen, gepaart mit Globoidschrauben [6].

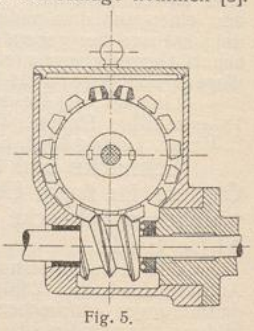


Fig. 5.

Der Einbau geschieht meist in einem Schneckenkasten mit Oelbad, wobei langsam laufende Schnecken untenliegend ins Oel tauchen, schnell laufende aber über dem eintauchenden Rade liegen, damit der Bodensatz nicht aufgerührt wird. Die Abstützung der Schneckenwelle [8] erfolgt entweder mit Spurzapfen oder Bundringen oder Kammlagern, und für leichteren, aber nicht ebenso ruhigen Gang mit Kugelringen für den einseitigen Betriebsdruck oder nach beiden Seiten. Als Beispiele dienen: Fig. 4 von der Maschinenfabrik Lorenz

in Ettlingen; Fig. 5 von Pekrun in Coswig i. S.; Fig. 6 von der Vereinigten Maſchinenfabrik Augsburg und Maſchinenbaugeſellſchaft Nürnberg; Fig. 7 von C. Flohr in Berlin N. mit in die Welle eingeſchnittenem Gewinde und durchgehender Lagerung [7]; Fig. 8 von Schäfer & Cie. in Schweinfurt mit einem einfachen Kugeldruckring, deſſen Druckplatten ſich je nach der Schubrichtung entweder an der Welle oder im Gehäuſe anlegen.

Als Bauſtoff eignet ſich Stahl mit einem Radkranz von Phosphorbronze oder Deltametall, oder gehärteter Stahl auf Gußeiſen, oder Gußeiſen auf Gußeiſen, bei Flaſchenzügen Schmiedeſtahl auf Stahlguß. — Die Ueberſetzung iſt $m:z$ bei m-gängiger Schnecke und z Zähnen am Rad. Man wählt $m=1$ für ſtarke Ueberſetzung und Selbſthemmung, $m=2$ für beſſeren Wirkungsgrad, wobei durch beſondere Reibungsdrucklager in Flaſchenzügen Selbſthemmung erzielt wird, $m=3$ bei mäßiger Ueberſetzung. Die Steigung beträgt $\operatorname{tg}\alpha = m\,t/2\pi r$; die Flankenneigung $\delta = 15^0$ oder weniger. Die Reibung kann man auf den tangential wirkenden Zahndruck ſtatt auf den Normaldruck [9] beziehen und dabei $\operatorname{tg}\varrho = \mu\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\delta\cos^2\alpha}$ ſetzen oder $\varrho = 6^0$ für $\mu = 1/10$ bei mäßiger Schmierung, $\varrho = 3^0$ für $\mu = 1/20$ und $\varrho = 2^0$ für $\mu = 1/30$ bei reichlicher Schmierung.

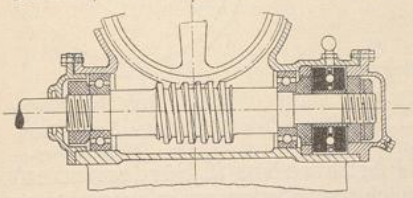


Fig. 8.

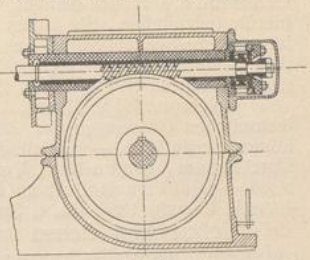


Fig. 7.

Zur Berechnung der Teilung t in Zentimetern nach der am Radumfang zu übertragenden Kraft P iſt die Formel für Zahnräder zu benutzen $t/\pi = \sqrt{0{,}8\,P/s}$ mit der Spannung $s = 200$ kg/qcm für Dauerbetrieb und 300—500 für zeitweiſe wirkende größte Belaſtung bei Gußeiſen, $s = 300$ dauernd und 500—800 zeitweiſe bei Phosphorbronze. Die Zähne aus Metall erhalten 10 %, bei kleiner Teilung 10 % + 1 mm größere Stärke als die eingreifenden Stahlzähne. — Der axiale Schub in der Schneckenwelle iſt gleich P. Der radiale Druck, der Rad und Schnecke auseinander drängt, berechnet ſich zu $P\operatorname{tg}\delta/(1-\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\varrho)$ oder rund 0,27 P bei $\delta = 15^0$. Die Umfangskraft im Teilkreiſe der Schnecke iſt $P\operatorname{tg}(\alpha+\varrho)$; ebenſo groß iſt der auf das Rad und ſeine Lagerung wirkende Seitendruck. Die Reſultierende aus dieſer Kraft und dem Radialdruck beanſprucht die Schneckenwelle auf Durchbiegung. Der Wirkungsgrad der Schraube beträgt $\operatorname{tg}\alpha/\operatorname{tg}(\alpha+\varrho)$. Für das ganze Getriebe einſchließlich der Zapfenreibung (ſ. d.) kommt der Wirkungsgrad auf etwa 40—70 % bei eingängiger Schnecke, auf 60—90 % für zweigängige und 70—90 % für dreigängige Schnecken [3], [5], [10].

Wenn die Schnecke ſchräg am Radumfang oder einer Zahnſtange anliegt, iſt die Verzahnung beſonders auszubilden; wählt man den Schränkungswinkel γ gleich dem Steigungswinkel, ſo ſtehen die Radzähne ſenkrecht zum Umfang. Im allgemeinen ſtehen ſie im Winkel $\beta = \alpha - \gamma$ ſchräg. Hierbei wird der Seitenſchub am Rade $P\operatorname{tg}(\beta+\varrho)$, der Radialdruck $P\operatorname{tg}\delta$ wie vorher, der Axialſchub der Schnecke $P\cos(\alpha+\varrho)/\cos(\beta+\varrho)$, ihre Umfangskraft $P\sin(\alpha+\varrho)/\cos(\beta+\varrho)$ und der Wirkungsgrad der Schraube $(\operatorname{ctg}(\alpha+\varrho)+\operatorname{tg}\gamma)/(\operatorname{ctg}\alpha-\operatorname{tg}\gamma)$.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 199, Fig. 34. — [2] Ebend. 1895, S. 331, — [3] Ebend. 1897, S. 936—972, und 1898, S. 1156—1162, Stribeck. — [4] Ebend. 1900, S. 1229—1475 und 1708; auszugsweiſe 1901, S. 495—497, und Ernſt, Schneckengetriebe, Berlin 1901. — [5] Ebend. 1902, S. 644—648, und D.R.P. Nr. 109119 und 114211. — [6] Ebend. 1901, S. 1745 und 1749, und D.R.P. Nr. 148733 und 155795. — [7] Hintz, Aufzugstechnik, Berlin 1908, und D.R.P. Nr. 135434. — [8] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1856—1860. — [9] Ebend. 1903, S. 358/359. — [10] Ebend. 1902, S. 915—920; 1902, S. 1549—1554, und 1903, S. 366—368; 1903, S. 221—231 und 536. — [11] Zeitſchr. für Elektrotechnik und Maſchinenbau 1902: Reinecke, K., Berechnung von Schneckengetrieben.

Lindner.

Schnecke (Pascalſche), die Kurve vierter Ordnung mit der Gleichung $(x^2+y^2-bx)^2 = a^2(x^2+y^2)$ in rechtwinkligen und $r = b\cos\pm a$ in Polarkoordinaten.

Sie iſt zugleich eine Konchoide eines Kreiſes, d. h. ſie entſteht, wenn von einem Punkte A eines Kreiſes mit Durchmeſſer b aus die Strahlen nach den übrigen Punkten desſelben um dieſelbe Strecke a verlängert und verkürzt werden. Der Punkt A iſt ein Doppelpunkt der Pascalſchen Schnecke; weitere Doppelpunkte ſind die beiden unendlich fernen Kreispunkte. Die Pascalſche Schnecke iſt die Fußpunktkurve des Kreiſes in bezug auf einen außerhalb gelegenen Punkt. Sie wird auch erzeugt von einem Punkt in der Ebene eines Kreiſes, der auf einem gleich großen äußerlich rollt. Sie iſt ferner der Ort der Spitze eines Winkels, deſſen Schenkel je einen Kreis berühren.

Literatur: Lamarle, Bulletin de l'acad. royale de Bruxelles, 2. Serie, Bd. 5, S. 5—15 (1858).

Wölffing.

Schnecke (Volute), die vielfach gewundene Spirale, welche zu beiden Seiten des ioniſchen Kapitäls (ſ. d., Bd. 5, S. 374) den charakteriſtiſchen Hauptteil desſelben bildet.

Ueber die Verzeichnung dieſer Schneckenlinie hat ſchon Vitruv im III. Buch 3. Kapitel eine Anleitung gegeben, durch Zirkelſchläge einen regelrechten Verlauf zu erzielen. Die helleni-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fchen Vorbilder [1], welche ficher aus freier Hand in herrlichem Linienfluß gezogen find, widerfprechen zwar folcher Regel. Trotzdem haben nach ihm die Meifter der Renaiffance wie Palladio [2], Vignola [3], Daviller und Goldmann u. a. m. fich bemüht, Vorfchriften hierfür feftzuftellen. Sie laufen alle darauf hinaus, die Schneckenlinie aus vielen fich ftets verkleinernden Viertelskreifen zufammenzufetzen (f. Fig. 1 und 2).

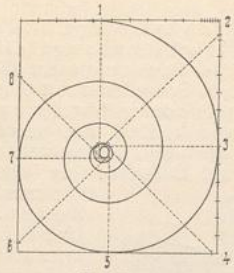


Fig. 2.

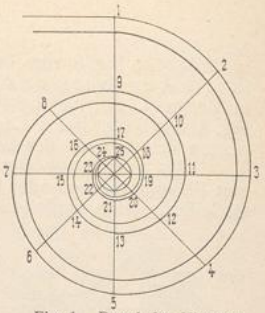


Fig. 1. Regel des Vignola.

Literatur: [1] v. Mauch, J., Die architektonifchen Ordnungen der Griechen und Römer, Berlin 1875. — [2] Palladio, Andrea, L'architettura, quattro libri, Venezia 1642, S. 34. — [3] Il Vignola illustrato, Roma 1770, Taf. XVI. — [4] Mothes, Osk., Illuftriertes Baulexikon, 4. Aufl., Leipzig 1884, Bd. 4, Spirale.

Weinbrenner.

Schnecken dienen wie Spiralen und Förderrohre (f. Förderrinnen) auf verhältnismäßig kurzen Strecken vornehmlich zur Förderung in wagerechter oder fchwach geneigter Richtung; vgl. a. Bodenfpeicher, Silofpeicher, Gurtförderer, Kratzer, Maffentransport und [1].

1. Bei **gewöhnlichen Schnecken** (Fig. 1 und 2) find links- oder rechtsgängige, aus Eifenblech hergeftellte Schraubengänge auf ftarkwandigen, gezogenen, fchmiedeifernen Rohrwellen oder maffiven, bei großen Längen (Fig. 3 und 4 fowie Tabelle 1) durch Kupplungen verbundenen Wellen aus Eifen oder Stahl feft aufgefetzt und vernietet. Die Welle ift an beiden Enden feft gelagert und fchiebt bei der Drehung das Fördergut (meift) in einem Blechtrog (Fig. 1) oder Holzkaften (Fig. 3 und 4) — Näheres über letzteren f. unten — vor fich her; das Gut bildet gleichfam die bewegliche Mutter für die an der fortfchreitenden Bewegung gehinderte Schraube. Bei Längen über 3 m find Mittellager (Pockholz) nötig. Zimmer (f. [1]) empfiehlt Lager in

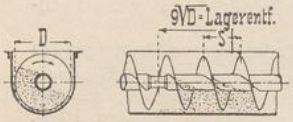


Fig. 1 und 2. Rechtsgängige Schnecke mit Eifentrog.

2,5 m-Abftänden für Schnecken von 100 mm Durchmeffer,
2,5—3 „ „ „ „ „ 150—250 „ „
3 —3,6 „ „ „ „ „ 300—460 „ „

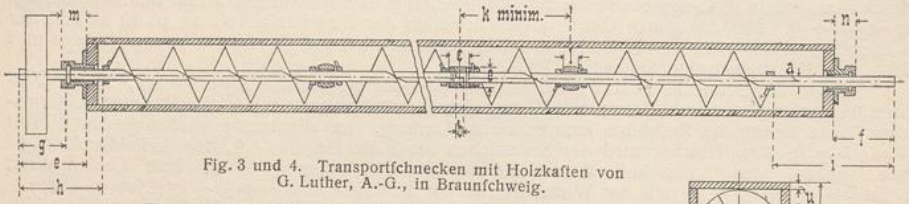
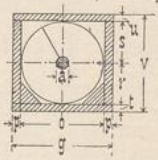


Fig. 3 und 4. Transportfchnecken mit Holzkaften von G. Luther, A.-G., in Braunfchweig.



Endlager aus langen Gußeifenhülfen (zweckmäßig mit Metallfutter, Fig. 3). Gebr. Commichau, Magdeburg, walzen ihre Patentfchnecken aus einem Stück, fo zwar, daß nach dem Außenrande, wo der Verfchleiß am größten ift, die Stärke zunimmt (vgl. Tabelle 2b, Keilquerfchnitt). Bei verftellbaren Schnecken (Fig. 5—7) find die Schraubengänge aus einzelnen Schaufeln aus fchmiedbarem Guß gefertigt, welche, durch Schrauben befeftigt, nach rechts oder links — je nach der Steigung fchneller oder langfamer fördernd — geftellt werden können. Leiftung etwa 20% kleiner als die von gewöhnlichen Schnecken.

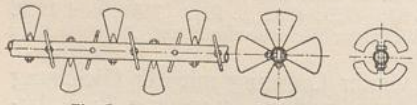


Fig. 5—7. Verftellbare Schnecken.

Von den zahlreichen Anwendungen der Schnecken, unter anderm als Zubringer beim Be- und Entladen von Verkehrsmitteln aller Art, fei zu Fig. 8—14 [2] folgendes bemerkt: Um eine feite Drehfäule (Fig. 8 und 9) ift ein auslegerartiger Träger *b* (*b'*) fchwenkbar angebracht, der an feinem freien Ende

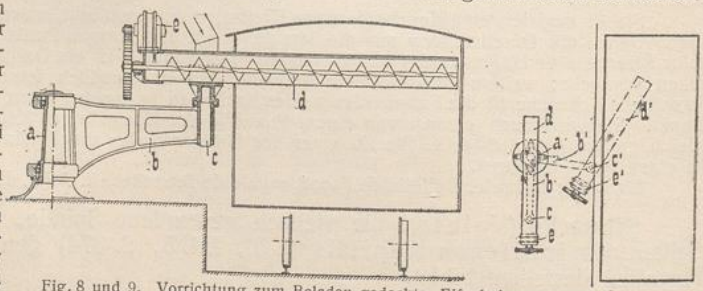


Fig. 8 und 9. Vorrichtung zum Beladen gedeckter Eifenbahnwagen mit Schüttgut von Amme, Giefecke & Konegen, A.-G., in Braunfchweig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Drehachfe c (c') für eine vorwiegend oder ganz wagerechte Fördervorrichtung, z. B. eine bei e (e') angetriebene Schnecke d (d'), trägt. Die Einrichtung hat gegenüber andern den großen Vorteil, daß ihre feften Teile dem Wagen ziemlich fernliegen, fo daß eine große Bahnfteigbreite vor dem Wagen frei bleibt. — Ebenfo bemerkenswert ift die Verwendung der Schnecke zum Herbeiholen lofen Schüttgutes für Fördervorrichtungen, wie Becherwerke u. dergl. Fig. 10—14 veranfchaulicht die Speifung des Elevators e mittels der auf dem Schüttgut d gleichfam fchwimmenden, alfo mit der finkenden Oberfläche ebenfalls fich fenkenden Schnecke a, die bei f räumlich drehbar ift und daher ein großes Feld beherrfcht. In Fig. 10 bedeutet g ein Lager, das auf dem Sammelgut ruht und durch fein Eigengewicht die Drehachfe der Schnecke führt. Solcher oder ähnlicher, gegen das Unterfinken (h) befonders ausgebildeter Lager, Fig. 11, können auch mehrere, auf die Länge der Schnecke verteilt, angebracht werden. Fallen die Transportvorrichtungen länger aus, fo fetzt man fie aus einzelnen, in fenkrechten Ebenen oder auch univerfell beweglichen Gliedern zufammen, damit fie fich den Unebenheiten der Schüttgutoberfläche anzufchließen vermögen. Um eine Berührung des Schüttbodens oder einer Zwifchenlage durch die Fördervorrichtung bei angenäherter Erfchöpfung des Sammelgutes zu verhüten, können außerdem Bügel k oder Füße l, Fig. 12—14, angebracht werden; vgl. a. [3]. — Die Anwendung einer fenkrechten Schnecke (als Elevator [f. d.]) zeigt Fig. 15 [4]; Umdrehzahl ungefähr doppelt fo groß wie bei wagerechten Schnecken. Ueber die Verwendung lotrechter Schnecken als Materialfpender (Siloauslauf) vgl. [5]. Die Benutzung von konifchen (Kegel-) Schnecken erfolgt meift an Stellen, wo es fich zugleich um die Erzielung einer größeren Preffung handelt, wie z. B. bei dem durch Fig. 16 und 17 [6] erläuterten Fall; vgl. hierzu die mechanifche (Schnecken-) Befchickungsvorrichtung für Lokomotiven [7]. In den Tabellen 1—5 und Tabelle 8 find einige Leiftungen und Abmeffungen von Transportfchnecken zufammengeftellt.

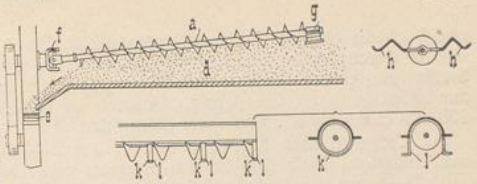


Fig. 10—14. Einrichtungen zum Herbeiholen lofen Schüttgutes für die Fördervorrichtungen (Amme, Giefecke & Konegen, A.-G., in Braunfchweig).

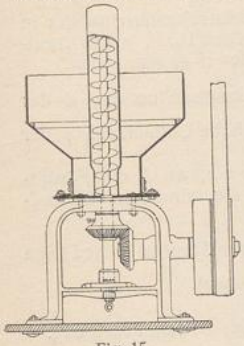


Fig. 15. Senkrechte Schnecke.

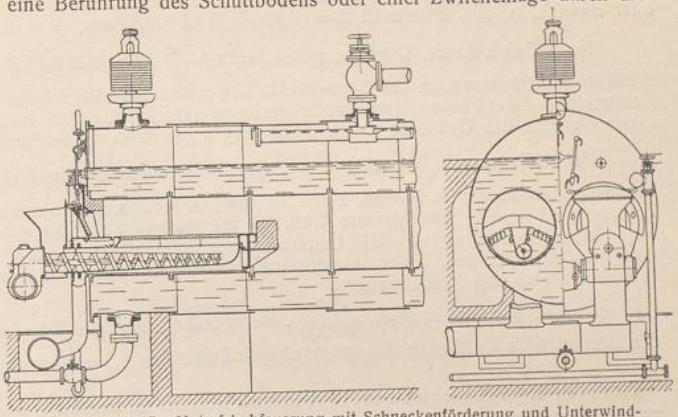


Fig. 16 und 17. Unterfchubfeuerung mit Schneckenförderung und Unterwindgebläfe (konifche Schnecke).

2. **Spiralen** (Fig. 18), ausgeführt von E. Kreiß, Hamburg, und Gebr. Commichau, Magdeburg, beftehen aus einem gewundenen Flacheifenftab, der in Abftänden von etwa 0,5 m mit der Welle verfchraubt ift. Arbeitsverbrauch geringer als bei Schnecken, aber auch Leiftung rund 20 % kleiner (f. Tabelle 8). Vorteil: weniger Verftopfungen, was namentlich bei unregelmäßiger Gutzuführung wichtig ift. Die Tabellen 6—8 geben etliche Zahlen über Abmeffungen und Leiftungen von Transportfpiralen.

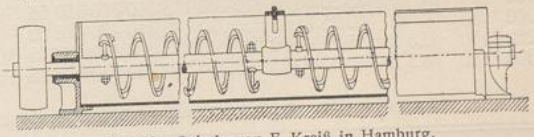


Fig. 18. Spirale von E. Kreiß in Hamburg.

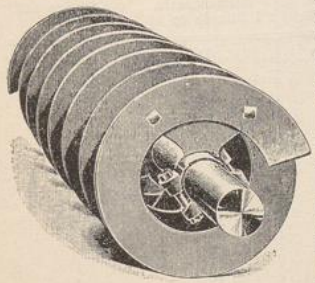


Fig. 19. Flachftahlfpirale von A. Strenge in Hamburg.

A. Strenge, Hamburg, baut Stahlfpiralen nach Fig. 19 [8]:

Aeußerer Durchmeffer	100	200	300	500	mm
Querfchnitt des Flachftahles	20×5	38×7	64×7	76×7	qmm.

Schnecken und Spiralen find meift nur für kurze wagerechte oder bis zu 30° geneigte Förderftrecken zu empfehlen; Gebr. Commichau haben Zementwerkfchnecken bis 75 m Länge ausgeführt (Kraftbedarf 10 PS., zur Aufnahme des Axialdruckes Spur- und Kammlager). Grenzgefchwindigkeiten des Fördergutes 0,20—0,30 m/sec. Wirkungsgrad etwa 0,12—0,15; Betrieb verhältnismäßig teuer. Das Fördergut wird durchwühlt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und leicht beschädigt; Luftzutritt mangelhaft, Staub bleibt in der Mulde liegen und wird immer wieder durchgerührt. Bedienung einfach, Ein- und Ausläufe an beliebigen, auch an mehreren Stellen zugleich. Mischung von Fördergut leicht möglich. Bauarten zum Stellen, Hängen oder zur Befestigung an der Wand. Antrieb durch Riemen oder Treibketten und (bei mehr als 230 mm Schneckendurchmesser) Zahnräder.

Tröge (s. oben Fig. 1, 3 und 4) aus 2—4 mm dickem Blech (feuersicher und glatt) oder aus Gußeisen, Holz (20—25-mm-Brettern) oder Beton. Zwischenraum zwischen Schnecke und Trog 3—6 mm, Ausläufe mit Schiebern oder festen Auslaufstutzen versehen. Deckel (meist aus Holz) leicht abnehmbar.

Bezeichnen d den Durchmesser und s die Steigung der Schnecke in Metern, n die minutliche Umlaufzahl der Schnecke, l die Länge der Schnecke in Metern, L die wirkliche Förderleistung in Liter/Sekunden, L_1 die höchste Förderleistung in Liter/Sekunden, γ das Gewicht des Fördergutes in Kilogramm/Litern, E den erforderlichen Arbeitsaufwand in Meterkilogramm-Sekunden, N den erforderlichen Arbeitsaufwand in Pferdestärken, dann soll fein (nach [9]):

$$d \lesssim 0{,}42 \text{ m}; \qquad s \sim 0{,}7\, d; \qquad n = \frac{45}{\sqrt{d}}.$$

Bei einem Füllungsquerschnitte von $0{,}42 \frac{\pi d^2}{4}$ ist $L_1 = 1000 \cdot 0{,}42 \frac{\pi d^2}{4}\, 0{,}7\, d \frac{n}{60} = 171 \sqrt{d^5}$ oder $d = 0{,}128 \sqrt[5]{L_1{}^2}$. Ferner ist $E = (1{,}35 \sim 1{,}8)\, l\, L\, \gamma$ mkg/sec., $N = (0{,}018 \sim 0{,}024)\, l\, L\, \gamma$ PS.

Nach Gebr. Seck, Dresden, gilt: $Q = p f \frac{\pi a^2}{4} d\, n\, 60 = 0{,}35\, d^3 f n$ oder $d = 1{,}43 \sqrt{\frac{Q}{f n}}$, wenn Q die Fördermenge der Schnecke in Kilogramm/Stunden, d der Schneckendurchmesser in Zentimetern, f der Füllungsgrad der Schnecke (durchschnittlich 0,2, höchstens 0,33), p das spezifische Gewicht des Getreides (0,75). (Steigung s gleich dem Durchmesser d angenommen.)

Nach [8]: $Q = \frac{\pi d^2}{4} s\, n\, 60\, \varphi$, wo Q die Fördermenge in Kubikmeter/Stunden, d der Schneckendurchmesser in Metern, s die Steigung in Metern, n die minutliche Umlaufzahl, φ der Füllungsgrad ($^1/_3$—$^1/_5$ [der kleinere Wert gilt für größere Schnecken]).

Nach Baumgartner [1]: Leistung der Schnecken: $L = 5\, d^2 \pi\, n\, s$, wo L die Fördermenge in Liter/Stunden, d der Schneckendurchmesser in Dezimetern, n die minutliche Umlaufzahl, s die Steigung in Dezimetern.

Arbeitsbedarf: $P = \frac{Q\, l}{200\,000}$, wenn Q die Leistung in Kilogramm/Stunden, l die Länge des Förderweges in Metern (Umfangsgeschwindigkeit zu 1,3 m angenommen).

Tabelle 1. Schnecken mit Holzkasten von G. Luther, A.-G., Braunschweig.

Blechdurchmesser	Blech			Welle		Kupplung		(Zu Fig. 3 und 4)							Endlager mit | ohne Spur		Schneckenkasten							
	Steig.	Zahl der Bleche pro qcm	Blechdicke	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
100	80	10	1,5	30	20	60	50	210	200	155	270	280	260	55	55	55	115	22	159	57	58	25	20	160
120	—	—	—	30	20	60	50	240	200	155	270	300	260	55	55	65	140	22	184	70	70	25	20	185
160	120	10	1,5	35	20	68	55	250	230	175	310	370	350	55	96	75	180	22	224	90	90	25	20	225
200	150	8	2	40	25	75	65	250	230	175	310	480	420	60	96	77	220	25	270	110	110	30	20	270
250	180	6,5	2	45	25	82	70	260	240	175	320	480	500	65	107	80	270	25	320	135	135	30	25	325
300	180	6,5	2	50	30	90	75	270	260	182	330	520	500	75	112	85	320	30	380	160	160	30	25	375

Tabelle 2a. Schnecken von Gebr. Commichau, Magdeburg.

Schneckendurchmesser in mm	Rohrdurchmesser in mm		Zapfenstärke in mm	Blechstärke der Gänge in mm	Tourenzahl in der Minute	Durchschnittsleistungen in 1 Stunde in hl	Anzahl der Gänge auf 1 m
	außen	innen					
100	34	26	25	2, $2^1/_2$, 3, $3^1/_2$, 4 und 5	100	12	$12^1/_2$
120	34	26	30		100	20	$10^1/_2$
140	45	35	35		100	33	9
160	45	35	35		80	39	8
180	50	40	40		80	59	7
200	50	40	40		70	73	6
250	60	50	50		70	135	5
300	60	50	50		60	155	4
350	70	60	60		60	240	$3^1/_2$
400	70	60	60		50	310	3
450	70	60	60		50	400	3
500	75	65	65		50	480	3
550	75	65	65		45	630	$2^1/_2$
600	80	70	70		45	750	$2^1/_2$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tabelle 2b.

Schnecken-durchmeſſer in mm	Steigung etwa 4/5 Durchmeſſer in mm	Wellen-durchmeſſer in mm	Blechſtärke in mm (Keilquerſchnitt) Innen	Außen	Ungefähre Gangzahl f. d. lfd. Meter
100	80	34	1,8	3,5	12½
125	100	34	1,8	3,5	10
140	110	45	2,0	4,0	9
165	128	45	2,0	4,0	8
180	144	50	2,0	4,0	7
210	160	60	2,5	4,0	6
240	200	76	3,5	5,0	5
300	240	83	3,5	6,0	4

Tabelle 3. Schnecken von Nagel & Kaemp, Hamburg (mit eiſernem bezw. hölzernem Trog).

Aeußerer Schnecken-durchmeſſer mm	Trogbreite Eiſen mm	Trogbreite Holz mm	Troghöhe Eiſen mm	Troghöhe Holz mm	Gewichte in kg der Endlager mit Antrieb. Eiſen u. Holz	für das laufende Meter Eiſen	für das laufende Meter Holz
120	178	175	150	185	30	19	16
150	220	200	180	215	40	25	21
200	296	260	230	270	50	32	27
250	356	310	280	320	75	42	35
300	416	370	335	375	100	54	45
350	476	420	385	435	130	78	65
400	536	470	440	500	170	90	90

Tabelle 4. Schnecken von Schmidt, Wurzen.

Schnecken-durchmeſſer mm	Steigung mm	Höchſte Leiſtung hl/st Getreide	Höchſte Leiſtung hl/st Mehl	Umdrehungen in 1 Minute	Gewicht für 1 m Schnecke mit Welle (ohne Trog u. Zapfen)	Zapfen-durchmeſſer mm	Schnecken-durchmeſſer mm	Steigung mm	Höchſte Leiſtung hl/st Getreide	Höchſte Leiſtung hl/st Mehl	Umdrehungen in 1 Minute	Gewicht für 1 m Schnecke mit Welle (ohne Trog u. Zapfen)	Zapfen-durchmeſſer mm
105	110	23	950	100	4,2	25	210	160	100	4 500	70	9,6	40
115	110	28	1 150	100	5,0	30	250	180	150	6 000	70	12,8	45
130	110	36	1 500	100	5,3	30	270	200	180	7 500	70	—	—
140	115	42	1 830	100	7,4	35	300	200	220	9 000	60	15,3	50
155	125	50	2 800	80	7,7	35	330	250	280	11 000	60	—	—
170	125	64	3 000	80	8,1	35	350	250	310	12 000	60	—	—
190	140	88	4 000	80	8,5	40	400	250	350	14 000	50	—	—

Tabelle 5. Schnecken von Ergang, Magdeburg.

Schneckendurchmeſſer mm	Umdrehungen in 1 Minute	Leiſtung in hl/st bei etwa ein Drittel Füllung des Troges
240	40—60	60 – 90
280	40—60	100—150

Tabelle 6. Spiralen von Gebr. Commichau, Magdeburg.

Spiralen-durchmeſſer mm	Flacheiſen-abmeſſungen mm	Steigung mm	Gewicht f. d. lfd. m kg	Spiralen-durchmeſſer mm	Flacheiſen-abmeſſungen mm	Steigung mm	Gewicht f. d. lfd. m kg
200	40/7	180	8,5	500	90/8	400	25,0
250	45/7	200	11,0	550	90/10	440	30,0
300	50/7	240	12,5	600	90/13	480	36,0
350	60/7	280	13,8	650	90/13	520	37,0
400	70/7	320	15,5	700	90/13	560	38,0
450	80/8	360	21,0				

Tabelle 7. Spiralen von Schmidt, Wurzen.

Aeußerer Spiralen-durchmeſſer mm	Flacheiſen-querſchnitt qmm	Steigung der Schnecke mm	Umdrehungen in 1 Minute	Rohr-durchmeſſer mm	Gewicht für 1 m kg
105	30 × 10	100	100	33	10,0
155	30 × 10	150	80	48	13,7
210	35 × 10	200	70	51	13,9
250	35 × 10	250	70	59	14,5
300	40 × 10	250	60	59	17,0
350	40 × 10	300	60	75	19,3
400	40 × 10	300	50	75	20,1
450	50 × 10	500	50	89	21,5
500	50 × 10	500	50	89	24,5

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tabelle 8: Schnecken und Spiralen nach Zimmer [1].

Aeußerer Schnecken-durchmeſſer mm	Gang-höhe mm	Durchmeſſer der hohlen Welle innen mm	Durchmeſſer der hohlen Welle außen mm	Um-drehungen in 1 Minute	Stündliche Fördermenge der Schnecke cbm	Stündliche Fördermenge der verſtellbaren Schnecken und Spiralen cbm
102	51	25	35	130	1,58	1,27
152	76	38	49	120	4,25	3,54
204	102	38	49	100	8,50	7,08
228	114	38	49	100	13,59	11,33
254	127	51	62	90	16,99	14,16
304	152	51	62	90	28,31	23,36
356	178	51	62	80	39,64	32,56
406	203	51	62	70	53,80	44,60
458	229	51	62	60	65,13	53,80

Abmeſſungen und Leiſtungen von Schnecken bezw. Spiralen bis zu 460 bezw. 900 mm Durchmeſſer der New Conveyor Co., Smethwick (England), ſ. [10]; desgl. Krupp (Gruſonwerk), ſ. [11].

Literatur: [1] Buhle, Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern) — im folgenden mit „T. H.“ bezeichnet —, 2. Teil, Berlin 1904, S. 10 und 109 ff., ſowie „Maſſentransport“, Stuttgart 1908, S. 171 ff.: Derſ., „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1242 ff., ebend., 20. Aufl., ferner „Taſchenbuch für Eiſenhüttenleute“ und Oſthoff-Scheck, Koſtenberechnungen (Preiſe); Buhle, Glaſers Ann. 1899, I, S. 76; ferner Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 843. — [2] Derſ., T. H., 3. Teil, S. 221 ff. (Deutſche Bauztg. 1906, S. 281) und Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 1901 ff.; vgl. a. S. 265 („Stahl und Eiſen“ 1906, S. 790); ferner Wille, Eiſenbahntechn. Zeitſchr. 1907, S. 3 ff. — [3] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 67 (Gewerbfleiß 1904, S. 283); ferner ebend., 1. Teil, S. 65 ff. (Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 117). — [4] Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 19 ff. — [5] Elektriſche Bahnen und Betriebe 1905, S. 692. — [6] Lind, Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 60 ff. — [7] Gutbrod, ebend. 1905, S. 2101 ff. — [8] v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journ. 1902, S. 713, ſowie „Die Förderung von Maſſengütern“, Bd. 1, Berlin 1908, S. 177 ff. — [9] Fiſcher, H., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 987 ff. — [10] Dawſon, Traction and Transmiſſion 1904, S. 58. — [11] Buhle, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1908.

M. Buhle.

Schneckenbohrer, ſ. Tiefbohren und Bohrer.

Schneckengebläſe, ſ. Schraubengebläſe.

Schneckenpreſſen, ſ. Ziegelfabrikation, Ziegelmaſchinen.

Schneckenrad, ſ. Schnecke.

Schneckenſtiege (Schneckentreppe), ſ. Treppen.

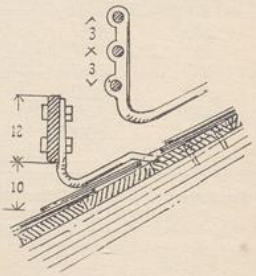
Schnee, kriſtalliniſches Kondenſationsprodukt des atmoſphäriſchen Waſſerdampfes, ebenſo wie die Regentröpfchen Wolken bildend, aus denen er bei Froſt oder wenig über Null liegender Temperatur auf den Erdboden gelangt, falls er auf ſeinem Wege durch die Luft keine Umwandlung in Regen oder Eisregen erfährt.

Schneebeſeitigung, ſ. Schneepflüge, Straßenreinigung.

Schneedämme, ſ. Schneeſchutzanlagen.

Schneedruck wird den Erfahrungen gemäß im Minimum auf 80 kg pro Quadratmeter Horizontalfläche in die Feſtigkeitsberechnungen der Dachſtühle eingeführt.

Schneefang dient dazu, Schneerutſchungen auf glatter oder ſteiler Dachfläche aufzuhalten und ein Abſtürzen großer Schneemaſſen auf die Straße oder auf tieferliegende Gebäudeteile, z. B. Seitenſchiffe an Kirchen, zu verhindern.



Oberhalb der Traufkante werden ſtarke ſogenannte Schneefangbretter von ca. 12 cm Breite oder in neuerer Zeit zwei bis drei eiſerne Rundſtangen angebracht (ſ. die Figur), die in etwa 10 cm Höhe über der Dachfläche hinlaufen und an ſtarken eiſernen Trägern befeſtigt ſind. Letztere ſind abzukröpfen und mit Bleilaſchen einzubinden. Der Abſtand der Unterkante iſt nötig, um das abfließende Schneewaſſer auch bei Eisbildung durchzulaſſen. *Weinbrenner.*

Schneepflüge dienen zur Beſeitigung des Schnees von Eiſenbahngleiſen. Zur Beſeitigung kleiner Schneemengen, zur Nacharbeit nach Freimachung der Strecke durch größere Pflüge leiſten Handſchneepflüge — in Dreieckform zuſammengefügte Bretter mit eingeklemmten Rutenbeſen — gute Dienſte. Größere Pflüge erhalten zwei bis vier Pferde als Beſpannung; ſie ſind bis 50 cm Schneehöhe verwendbar. — Zur Beſeitigung geringerer Schneemaſſen hat man auch kleine Bleche oder Pflüge vorn an der Lokomotive befeſtigt (Schneepflugbleche oder Pflugſcharen). Sind aber größere, namentlich durch Schneewehen zu-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſammengetragene Schneemaſſen zu beſeitigen, ſo werden größere eiſerne Schneepflüge vorn an der Lokomotive oder an einem von der letzteren geſchobenen Wagen befeſtigt oder ſie werden auch wohl als beſonderes zwei- oder dreiachſiges Fuhrwerk hergeſtellt, welches ebenfalls von der Lokomotive geſchoben wird (Wagenſchneepflüge). Die Schneepflüge werden für zweigleiſige Bahnen zweckmäßig ſo gebaut, daß das Abwerfen des Schnees einſeitig nach der äußeren Seite bezw. der Böſchung hin ſtattfindet. Die Grundform dieſer auf eignen Rädern laufenden Schneepflüge, die 6—10 t und mehr Eigengewicht beſitzen müſſen, iſt keilförmig; ſie haben die Schneemaſſen zu ſpalten, den gehobenen Schnee ſeitwärts zu ſchieben und abzuwerfen. Für eingleiſige Bahnen und Bahnhöfe empfehlen ſich auch Schneepflüge, die von den Lokomotiven gezogen werden, z. B. der Schneepflug von Marin mit verſtellbaren Schneeſcharen. — Da dieſe Schneepflüge bei ſehr großen Schneemaſſen nicht immer zufriedenſtellende Reſultate ergaben, auch den Schnee nicht immer in genügender Entfernung vom Gleiſe abwarfen, ſo hat man neuerdings andre maſchinelle Vorrichtungen zum Fortſchaffen des Schnees gebaut und auch verſchiedentlich verſucht. Es ſind dies beſondere Schneeſchaufelmaſchinen (Dampfſchneeſchaufler, Kreiſelpflüge). — Bei dieſen wird vermittelſt eines rotierenden mit Schaufeln verſehenen und durch eine Dampfmaſchine getriebenen Rades der Schnee von der Bahn fortgeſchafft oder fortgeſchleudert, ſo daß er in größerer Entfernung vom Bahnkörper niederfällt. Die Dampfmaſchine erhält den nötigen Dampf aus dem Lokomotivkeſſel. Die Welle des Schaufelrades liegt hierbei parallel der Bahnachſe und iſt wie die Dampfmaſchine auf einem beſonderen transportabeln Geſtell gelagert.

Literatur: Heuſinger von Waldegg, Spezielle Eiſenbahntechnik, 2. Aufl., Leipzig 1876, Bd. 4, S. 495; Röll, Encyklopädie des geſamten Eiſenbahnweſens, Wien 1894, Bd. 6, S. 2929; Das Eiſenbahnmaſchinenweſen der Gegenwart, Wiesbaden 1898, 1. Abſchn., 2. Teil. *Alfred Birk.*

Schneeſchuhe, ſchaufelartige Schuhe in Verbindung mit den Bahnräumern (ſ. Bahnräumer).

Schneeſchutzanlagen, Vorrichtungen gegen Verwehen von Eiſenbahngleiſen durch Schnee.

In ebenem oder leicht gewelltem Gelände können durch hinreichend ſtarken Wind, während oder nach anhaltendem Schneefall, in Einſchnitten und auf hohen Dämmen, die quer zur Windrichtung liegen, die Gleiſe mit Schnee überlagert, d. h. verweht werden. Bei geringer Schneehöhe wird die Geſchwindigkeit der Eiſenbahnzüge verzögert und ſchon bei etwa 0,3 m Höhe können Züge ſteckenbleiben. In Einſchnitten iſt unterhalb des oberen Randes der Böſchung auf der Windſeite die Luft ruhiger, es lagert ſich daher hier Schnee ab. Die Ablagerung ſchreitet auf der Böſchung allmählich fort und bildet, gegen den Einſchnitt, oben überhängende Wände, während ihre Oberfläche leicht abfällt (etwa 1 : 8). Bei genügend großer Schneemaſſe wird allmählich der ganze Einſchnitt ausgefüllt, wobei die Oberfläche der Ablagerung gegen den jenſeitigen Rand wieder leicht anſteigt (etwa 1 : 6), ſo daß eine flache Mulde entſteht. Bei großer Einſchnittstiefe reicht meiſtens die Böſchungsfläche und der Bahngraben für die Schneeablagerung aus. Bei hohen Dämmen nimmt der Wind die Richtung der Dammböſchung an, geht über die Bahnkrone in einem Bogen weg und ſenkt ſich jenſeits des Dammes nieder. Ueber der Bahnkrone iſt daher ebenfalls ruhigere Luft, in der Schnee ſich ablagern kann, der die Gleiſe überdeckt.

Die Menge des abzulagernden Schnees und damit der für die Ablagerung erforderliche Querſchnitt hängt ab von der Menge und Beſchaffenheit des niedergegangenen Schnees, der Dauer des Schneetreibens (in Mitteleuropa bis 36 Stunden, aber auch länger) und der Geſtalt und der Breite des Vorlandes, d. h. des in der Windrichtung vorliegenden freien Geländes. Je ebener und je weniger das Vorland unterbrochen iſt durch Gräben, Zäune, Hecken u. dergl., deſto größere Maſſen des niedergegangenen Schnees können weitergetrieben werden. Weicher, großflockiger Schnee fällt raſch zu Boden und bleibt am Boden haften; feiner, trockener Schnee, wie er bei Froſt fällt, wird dagegen leicht vom Wind fortgeführt, ſolange er nicht feſtgefroren iſt. Mit dem Schnee löſt der Wind manchmal auch Sand und Erde vom Boden los und vermengt dieſe mit dem Schnee, wodurch feſtere Ablagerungen als durch reinen Schnee entſtehen.

Zur Vermeidung der den Eiſenbahnbetrieb ſehr ſtörenden Verwehungen legt man die Bahn ſo hoch über das Gelände, daß die Schienen bei gewöhnlicher gleichmäßiger Schneedecke noch vom Winde beſtrichen werden. Iſt das nicht möglich, ſo ordnet man beſondere Schneeſchutzanlagen an, die bezwecken, entweder den Schnee über die Bahn wegzuführen oder ihn vor derſelben zur Ablagerung zu bringen. Als ſolche kommen hauptſächlich in Betracht:

A. Zur Ueberführung des Schnees.

1. Abflachen der Böſchungen, auf 1 : 8 oder beſſer 1 : 10, kann wegen den Koſten gewöhnlich nur bei ganz niederen Einſchnitten ausgeführt werden. Der Erfolg iſt aber auch da zweifelhaft, weil der Schnee ſich manchmal flacher als 1 : 10 ablagert.

2. Mauern, 4,5—6 m hoch, wurden an der öſterreichiſchen Südbahn auf der Strecke Laibach—Trieſt über den Karſt entlang der Felseinſchnitte in Abſtänden bis 25 m vom Einſchnittsrand erſtellt. Durch die Mauern ſoll der Wind ſtark nach oben abgelenkt werden, ſo daß der mitgeführte Schnee erſt jenſeits des Einſchnittes niederfällt; dieſe Anlagen haben ſich dort bewährt. Unmittelbar vor und hinter den Mauern bilden ſich zwar kleine Ablagerungen, die Hauptmaſſe des Schnees wird aber bei der großen Geſchwindigkeit der dort auftretenden Nord- und Oſtwinde (Bora) über die Bahn geführt.

Andre Vorrichtungen, die die Ueberleitung des Schnees über die Bahn bezwecken, wie der ſelbſttätige Schneezaun von Howie ([4], 1887 und [3], 1888, S. 443), oder die Aufſtellung pyramidenförmiger Körper, wie ſie Rudnicki empfahl [5], haben ſich nicht bewährt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B. Zur Ablagerung des Schnees vor dem Gleis.

1. Erbreiterung und Vertiefung der Einschnitte neben dem Bahnkörper, um den erforderlichen Ablagerungsquerschnitt vor dem Gleis zu schaffen (Schneegräben).

2. Schneezäune. Diese müssen von dem Einschnittsrand so weit abgerückt und so hoch bemessen werden, daß die vor und hinter ihnen sich bildenden Schneeablagerungen den erforderlichen Querschnitt erhalten, ohne auf das Gleis sich zu erstrecken. Schneezäune können hergestellt werden aus alten Eisenbahnschwellen, Brettertafeln (mit dicht geschlossenen oder etwas geöffneten Fugen) zwischen Doppelpfosten, aus Hürden von Weiden- oder Birkenreis-

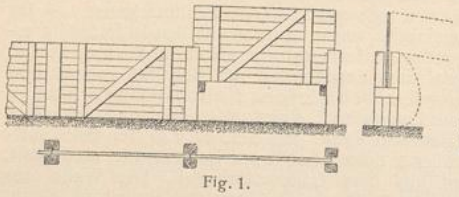


Fig. 1.

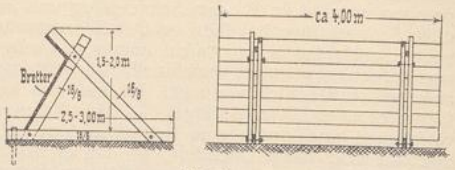


Fig. 2.

geflecht, aus engmaschigen Drahtgeflechten oder Geflechten aus Kokosgarn u. dergl., die an Pfosten befestigt werden. Zäune aus etwa 3 m langen Brettertafeln haben den Vorteil, daß bei zunehmender Ablagerung die Tafeln gehoben und dadurch der Ablagerungsquerschnitt vergrößert werden kann (s. Fig. 1). Auch können sie, wenn die erforderlichen Pfosten vorhanden sind, rasch von einer Seite des Einschnitts auf die andre versetzt werden, was an Stellen, die von beiden Seiten verweht werden können, von größtem Wert ist, da Zäune auf der unrichtigen Seite des Einschnitts Verwehungen nicht vermeiden, sondern herbeiführen. Schneezäune aus Geflechten werden erst kurz vor Eintritt des Winters aufgestellt, im Frühjahr wieder entfernt und im Trockenen aufbewahrt. Sie können in beliebiger Richtung aufgestellt und jederzeit leicht versetzt werden. Dieselben Vorteile bietet der amerikanische Bockzaun (Fig. 2). Derselbe besteht aus einzelnen 3,5—4 m langen, 1,5—2 m hohen Teilen aus je zwei Brettertafeln und Böcken, deren Schwellen durch Ueberwerfen mit Erde oder eine darübergeschlagene Hafte am Boden befestigt wird. Erddämme und Mauern sind teurer, brauchen viel Platz und eignen sich auch nur da, wo die Verwehungen stets von derselben Einschnittsseite erfolgen; die Unterhaltungskosten sind dagegen gering.

3. Dichte Hecken, am besten von Fichten, auch von Thuya occidentalis, in zwei oder drei Reihen, zweckmäßig auf kleinem etwa 1 m breitem Erddamm gepflanzt, geben bei geeignetem Schnitt guten Schutz, kommen aber erst in 6—8 Jahren zur Wirkung und müssen, da sie nach 20—25 Jahren unten kahl werden, rechtzeitig durch zur Seite gesetzte Pflanzen gedeckt werden (s. Fig. 3). Sind diese genügend stark, so ist die erste Hecke auszuhauen und neu zu pflanzen u. s. w.

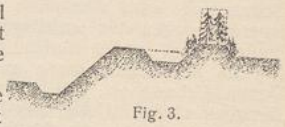


Fig. 3.

4. Waldstreifen erfüllen um so besser den Zweck, je dichter sie, besonders von unten herauf, sind. Bei Laubholz ist daher große Breite erforderlich. Bei Fichten können, solange diese unten noch dicht sind, schon 6 m breite Streifen genügen. Man legt deshalb zwei Streifen nebeneinander an, die abwechselnd nach 10—14 Jahren erneuert werden, auch schneidet man die Bäume auf 2,5—3 m Höhe zurück, um sie länger unten dicht zu erhalten. Sämtliche der angeführten Schutzanlagen können bei Sicherungen von Einschnitten angewendet werden. Zur Sicherung von Dämmen eignen sich nur Zäune, die auf der Böschung aufgestellt werden, oder Bepflanzung der Böschungen mit Buschwerk. Beide haben den Zweck, den Schnee auf der Böschung zur Ablagerung zu bringen, Zäune und Buschwerk dürfen aber die Bahnkrone nicht überragen, sonst lagert sich unter ihrem Schutze Schnee auf derselben ab.

Die Größe des erforderlichen Ablagerungsquerschnittes ist je nach den klimatischen und den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden. Schubert [1] macht hierüber sowie über die Berechnung der Schneezäune für gegebene Ablagerungsquerschnitte Angaben. Nach ihm kann man bei uns rechnen bei vollständig freiem Gelände und bis etwa 750 m Vorlandstiefe auf 100 m Tiefe je 3—5 qm erforderlichen Ablagerungsquerschnitt. Bei größerer Vorlandstiefe und weniger ungünstigen Verhältnissen genügen 2 oder gar nur 1 qm; es sind aber auch schon bedeutend größere Ablagerungsquerschnitte beobachtet worden, so in Nordböhmen, im Winter 1892/93 bei 750 m Vorlandstiefe Ablagerungen von 12—16 qm auf je 100 m Geländetiefe. Bei Berechnung dichter Schneezäune zum Schutz von Einschnitten nimmt Schubert auf Grund seiner Beobachtungen an, daß sich vor und hinter den Zäunen Ablagerungen bilden, deren Oberflächen mit 1 : 8 geneigt sind; ferner nimmt er an, daß die Böschung bis zum Grabenrand von der Ablagerung überdeckt werden dürfe und dort mit einer senkrechten Wand abschließe. Je niedriger der Einschnitt, desto höher muß hiernach der Schneezaun sein und desto größer wird seine Entfernung vom Bahnkörper, am größten wird diese an den Einschnittsenden, am Uebergang vom Einschnitt in den Auftrag. Der Schneezaun ist hier an den Damm anzuschließen, um den Einschnitt gegen die Flanke zu decken, und so weit dem Damm entlang zu führen, bis dieser die Höhe des Schneezauns hat, damit nicht unter dessen Schutz das Gleis verweht wird. Dies ergibt eine gekrümmte Linienführung (s. Fig. 4) und erfordert viel Grundfläche. Die Höhe der Zäune beträgt gewöhnlich 1,50 bis 1,70 m. Reicht diese Höhe nicht aus, um den erforderlichen

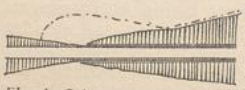


Fig. 4. Schneezaun am Ende eines Einschnitts.

Ablagerungsquerſchnitt zu erhalten, ſo wird ein zweiter paralleler Zaun aufgeſtellt und der Raum zwiſchen beiden zur Ablagerung benutzt. In nördlich oder ſehr hoch gelegenen Gegenden, wo Schneefälle während eines großen Teils des Jahres eintreten, ſchützt man die Bahnen durch abgedeckte und teilweiſe auch ſeitlich abgeſchloſſene Schneedächer (Schneegalerien). Solche finden ſich, oft auf ſehr langen Strecken, auf den nordamerikaniſchen Pacificbahnen beim Ueberſchreiten der dortigen Hochgebirge, ſodann auf der 1903 eröffneten Ofotenbahn (ſ. Glaſers Annalen, Bd. 55, S. 106). Wieder andrer Art ſind die Schutzanlagen gegen Lawinen (ſ. Bd. 6, S. 77).

Literatur: [1] Schubert, Schutz der Eiſenbahnen gegen Schneeverwehungen und Lawinen, Leipzig 1903. — [2] Derſ., Schnee- und Lawinenſchutzanlagen, in Röll's Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Wien 1894, Bd. 6. — [3] Zentralblatt der Bauverwaltung 1887—89, 1891—93. — [4] Glaſers Annalen 1887, Bd. 20, S. 85; 1904, Bd. 55, S. 106. — [5] Eiſenbahntechnik der Gegenwart, 2. Aufl., 1. Abſchn., Bd. 2, S. 83 ff. — [6] Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1891 und 1902.

H. Kübler.

Schneeweiß, ſ. Zinkweiß.

Schneezäune, -wände, -wehren, ſ. Lawinen, Schneeſchutzanlagen.

Schneidbacken, ſ. Gewindeſchneidwerkzeuge, Schraubenbacken.

Schneidbank (Hanfelbank), ſ. Böttcherei, Bd. 2, S. 140.

Schneideiſen, ſ. Gewindeſchneidwerkzeuge, Schraubenfabrikation.

Schneiden verwendet man an Stelle von Zapfen mit einſeitiger Druckrichtung, an Hebeln mit beſchränkter Ausſchlagweite, wenn die Kräfte in beſtimmten Punkten angreifen ſollen und die Schwingungen möglichſt reibungsfrei zu halten ſind.

Die Schneiden ſind geradlinig ſo geſchliffen, daß je nach der Druckſtärke der Schneidewinkel 45—120° beträgt. Sie werden wegen der Ausrichtung ſtets am Hebel angebracht, und zwar entweder als einfache Prismen nach Fig. 1 *a* und *c* in Schwalbenſchwanznuten eingeſetzt und verſtemmt, ſeltener mit Beilagen nach Fig. 2 eingeſpannt oder nach Fig. 1 *b* als beiderſeits vorragende Querträger in Ausſparungen des Hebels eingeſchlagen oder verkeilt, wobei der Querſchnitt in der Mitte für feine Schneiden rund, für ſtarke rechteckig iſt und auf 1000 bis 2000 kg/qcm Biegungsſpannung beanſprucht werden kann. Gegen Verſchiebung ſchützen Stoßplatten (Fig. 1 *d*), die an den ſchrägen Stirnflächen nur einen Punkt an der Schneidkante treffen, gegen Abſpringen der Gehänge freiſtehende Stifte (Fig. 1 *a* und *c*).

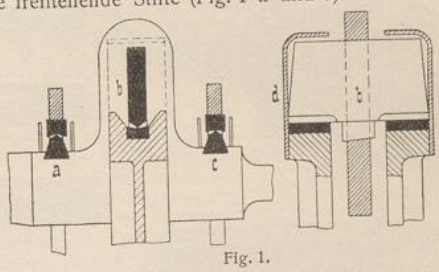


Fig. 1.

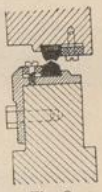


Fig. 2.

Die Pfannen ſind meiſt kantig (vgl. Fig. 1) oder rund (vgl. Fig. 2) ausgeſchliffen mit reichlichem Spielraum für den Ausſchlag; ſie dürfen eben ſein, wenn die Lage der Schneide beiderſeits durch Laſchen geſichert wird, deren Bolzengelenke in der Verlängerung der Schneide liegen.

Schneiden und Pfannen beſtehen aus glashartem oder blaßgelb angelaſſenem Stahl. Wegen der äußerſt geringen Breite im Auflager (ſ. d.) iſt der Flächendruck ungewöhnlich hoch. Es ſcheint paſſend, die Länge der Schneide (oder zweier Schneidehälften) in cm $l = (1/2 \text{ bis } 2/3)\sqrt[3]{P}$ für P kg Belaſtung des Gelenkes zu nehmen, aber mit dem Druck auf 1 cm Länge nicht über 3000—4000 kg zu gehen und bei nicht ſehr hartem Material unter 2000 kg/cm zu bleiben.

Lindner.

Literatur: ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen [6] und Wage.

Schneideſtuhl, ſ. Zündwaren.

Schneidkettenmaſchine, ſ. Schrämmaſchinen.

Schneidkluppen, ſ. Gewindeſchneidwerkzeuge, Schraubenfabrikation.

Schneidrad, ſ. Fräſer, Bd. 4, S. 153.

Schneidſcheibenmaſchine, ſ. Schrämmaſchine.

Schneidſtahl, -zahn, ſ. Fräſer, Schraubenfabrikation u. ſ. w.

Schneidwalze, mehrfache Kreisſchere, beſtehend aus zwei Walzen mit einer Anzahl Meſſerſcheiben und zwiſchengeſchalteter Scheiben. Die Meſſerſcheiben der einen Walze arbeiten mit den Meſſerſcheiben der andern zuſammen, indem ſie in die durch deren Zwiſchenſcheiben gebildeten Lücken eingreifen. Ein glühendes, durch die Walzen eingeführtes Blech wird von denſelben in rechteckige (quadratiſche) Stangen zerlegt, die jedoch nicht ſo gut wie gewalzte Stangen ſind.

† *E. Dalchow.*

Schneidzeug, Werkzeug zum Schneiden von Gewinden, Schrauben, Zähnen an Rädern u. ſ. w.; vgl. a. Gewindeſchneidwerkzeuge.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. **Schneidzeug** (Beſtoßzeug) der Schriftgießer [1] zur Herſtellung von Linien, zum Durchſchneiden von Metallplatten, zum Kantenhobeln und -abſchrägen von Klifchees (Fig. 1):

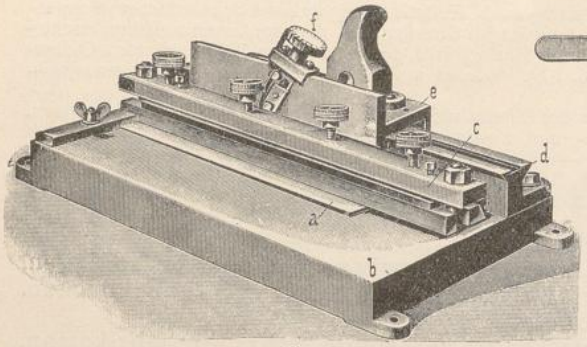


Fig. 1.


Fig. 3.

Die Metallplatte (Type, Klifchee) *a* wird zwiſchen Grundplatte *b* und Preßbalken *c* eingeſpannt und der auf dem Bette *d* gleitende Hobel *e* wird von Hand vorwärts bewegt, nachdem das Hobelmeſſer mittels

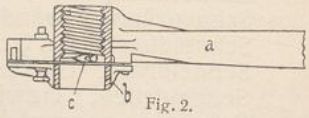


Fig. 2.

Stellſchraube *f* um [eine Spandicke vorgeſchoben iſt.

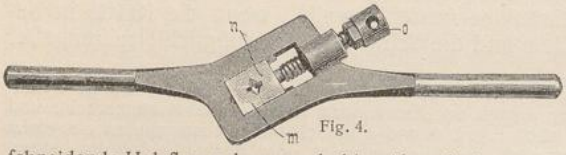


Fig. 4.

2. **Schneidzeug für die Holzſchraubenfabrikation.** Das alte Schneidzeug (Kluppe) aus Holz mit einem Muttergewinde in der Mitte wurde mittels Griffen um die zu ſchneidende Holzſtange herumgedreht, während ein vor dem erwähnten Gewinde an der Kluppe befeſtigter Schneidſtahl (Geißfuß) mit V-förmigem Maule an der Spitze in die Stange einſchnitt; das Muttergewinde diente dabei der Stange als Führung im erzeugten Gewinde. Das neue,

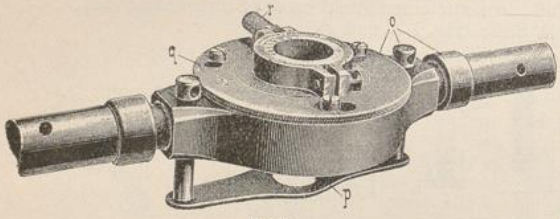


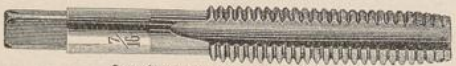
Fig. 5.


Cyl Grundbohrer No 1.


Cyl. Grundbohrer No. 2.


Cyl. Grundbohrer No. 3.

Fig. 6—8.


Con. Grundbohrer, Vorschneider


Con Grundbohrer, Nachschneider

Fig. 9 und 10.

durch Fig. 2 veranſchaulichte eiſerne Schneidzeug beſteht aus zwei Teilen, von denen der eine *a* ein Muttergewinde und der andre *b* ein glattes, rundes Führungsloch hat. Der Schneidſtahl iſt mit *c* bezeichnet.


Fig. 11. Mutterbohrer.

3. **Schneidzeug** zur Herſtellung von Schrauben, Muttern und andern Gewinden [2] bezeichnet die Sammlung von Schneideiſen mit auswechſelbarer Schneidbacke (Fig. 3), ſchrägen (Fig. 4) oder geraden Schneidkluppen mit auswechſelbaren, in ∧-Führungen gleitenden, durch Stellſchraube *o* nachzuſtellenden Schneidbacken *m n* oder Schneidkluppen, die mit einmaligem Schnitte fertige Gewinde ſchneiden, z. B. von Reinecker (Fig. 5) mit Geradführung *p* und mittels ſpiraliger


Fig. 12. Maſchinenbohrer.

Rippen in Nuten der Schneidbacken eingreifendem Deckel *q*, der zum Schneiden des Gewindes bis zur vom Riegel *r* beſtimmten Stelle vorwärts gedreht und nach der Arbeit zum Abnehmen der Kluppe vom fertigen Gewinde zurückgedreht wird, und Gewindebohrern wie


Fig. 13. Starker Backenbohrer.

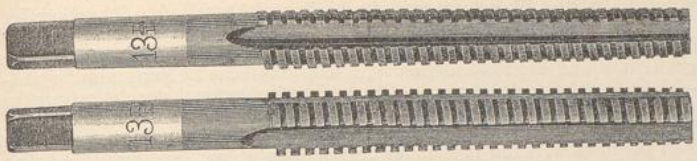


Fig. 14 und 15. Flachgängige Gewindebohrer.

zylindriſche Grundbohrer für ſackförmige Löcher (Vorſchneider Fig. 6), Nachſchneider (Fig. 7 und 8), koniſche Grundbohrer (Vorſchneider Fig. 9 und Nachſchneider Fig. 10), Mutterbohrer für durchgehende Löcher (Fig. 11), Maſchinenbohrer (Fig. 12), Backenbohrer (Fig. 13, zur Herſtellung von Gewinden in Schneidbacken *m n* in Fig. 4), flachgängige Gewindebohrer (Fig. 14 und 15) und ähnliche Bohrer für Gasrohrgewinde.

4. **Räderſchneidzeug** zum Schneiden der Zähne an Rädern; eine beſondere Art iſt das Schneckenſchneidzeug.

Literatur: [1] Preisliſte von Friedrich Hemſath in Frankfurt a. M. — [2] Preisliſte von J. F. Reinecker in Chemnitz-Gablenz u. a.

† *E. Dalchow.*

Schneidzirkel, Werkzeug, nach Art eines Stangenzirkels ausgeführt, deſſen eine verſtellbare Spitze einen Stichel darſtellt, der beim Umdrehen des Werkzeugs durch Kreisſchnitt eine Scheibe von der Blechtafel abtrennt.

Schnellade, ſ. Weberei.

Schnellentlader, ſ. Selbſtentlader und Maſſentransport.

Schneller, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 619, und Garn.

Schnellfeuerkanonen an Bord der Kriegsſchiffe.

Dieſe haben als beſondere Eigenart 1. geſtreckte Flugbahn mit genügender Durchſchlagskraft, erreicht durch lange Rohre, hohe Anfangsgeſchwindigkeit und mittelſchwere Geſchoſſe; 2. Verwendung von Patronenhülſen, Metallpatronen, mit Zündſchraube im Boden derſelben, welche zugleich die Geſchützliderung übernehmen und Rückſtände im Kartuſcheraum vermeiden; 3. Verwendung von rauchſchwachem Pulver als Ladung, um beim Schnellfeuern freien Ausblick zu haben; 4. leicht und ſchnell zu handhabender Verſchluß, welcher beim Oeffnen zugleich die Abzugsvorrichtung ſpannt und mit Hilfe des Patronenziehers die leere Patronenhülſe auswirft. Die Rohre haben in der Regel eine Länge von 40 bis 50 Kaliber. Der Verſchluß — Schraubenverſchluß oder Keilverſchluß mit horizontaler oder vertikaler Verſchiebung — iſt derart vervollkommnet, daß ſeine Bedienung möglichſt ſchnell erfolgt und zugleich das Abfeuern nur bei völlig geſchloſſenem Verſchluß möglich iſt. Bei einigen Kanonen erfolgt das Oeffnen des Verſchluſſes ſelbſttätig nach beendetem Rücklauf bei Ausrennen des Rohres; bei andern wird das Schließen und Oeffnen, das Spannen des Schlagbolzens und die Bewegung des Ausziehers durch den Druck der Pulvergaſe oder durch Drehen einer Kurbel bewirkt. Dieſe Arten von Schnellfeuerkanonen heißen Maſchinenkanonen. Die Entzündung der Ladung erfolgt entweder auf mechaniſchem (mittels Schlagbolzen) oder elektriſchem Wege mit Zündbolzen. Um die Zeit des Ladens zu verkürzen, werden Geſchoß und Ladung, ſoweit das Gewicht es geſtattet, zu einer Einheitspatrone vereinigt (ſ. Munition). Bei den ſchwereren Kalibern von 15 cm aufwärts, d. h. bei einem Geſamtgewicht von 50 kg und darüber, werden Geſchoß und Patronenhülſe getrennt und einzeln geladen. Die Zuführung von Geſchoß und Ladung von den Munitionskammern zu den Geſchützen muß mit der Feuergeſchwindigkeit in Einklang ſtehen (ſ. Munitionstransport). Als Lafette wird die Wiegelafette (ſ. Lafettierung) benutzt, um das Ziel ſtets im Auge behalten zu können. Das Nehmen der Höhen- und Seitenrichtung erfolgt mittels Schulterſtückes bei den leichteren Kalibern und mittels Schneckenrad bei den ſchwereren und bewegt ſich im letzteren Fall der das Abfeuern beſorgende Geſchützmann, auf einem Sattel reitend, mit der Lafette. Die Feuergeſchwindigkeit beträgt bei den Maſchinenkanonen bis zu 600 Schuß pro Minute, bei den Schnellfeuerkanonen von 8,8—20 cm 15 bis 4 Schuß pro Minute.

Neben den älteren Maſchinenkanonen von Hotchkiß, Gatling, Gardener und Nordenfelt, welche durch Verwendung von zwei bis zehn Läufen zu den Mitrailleuſen zu rechnen ſind und bei denen das Abfeuern und Wiederladen durch Drehung einer Kurbel erfolgt, iſt das Maximgeſchütz zurzeit das vollkommenſte. Maxim verwendet nur ein Rohr mit Waſſerkühlung. Die Feuerſchnelligkeit wird durch ſeinen ſelbſttätig wirkenden Verſchluß erzielt, indem mit Hilfe des Drucks der Pulvergaſe das Oeffnen des Verſchluſſes, die Zuführung der Patrone, das Laden, Schließen und Abfeuern beſorgt wird. Das Zufahren der Patronen erfolgt mittels Gurtband. Iſt der erſte Schuß mit der Hand abgefeuert, ſo ſchießt das Geſchütz ununterbrochen weiter. — Von den Schnellfeuerkanonen ſchweren Kalibers (8,80—20 cm) ſind die Geſchütze von Armſtrong (Schraubenverſchluß), Canet (Schrauben- und Drehkeilverſchluß) und Krupp (Rundkeilverſchluß mit Horizontalverſchiebung) am verbreitetſten; ſ. a. Geſchützarmierung, Geſchütze, Schiffsgeſchütze, Verſchlüſſe und Lafettierung.

T. Schwarz.

Literatur: ſ. unter Schiffsgeſchütze.

Schnellgerberei, ſ. Leder, Bd. 6, S. 95.

Schnellmeſſer, ſ. Tachymetrie.

Schnellpreſſen, jene Druckmaſchinen, bei denen im Gegenſatze zu den Handpreſſen (ſ. d.) die bei jedem einzelnen Abdruck durch die bedienende Perſon vorzunehmenden Verrichtungen auf ein Minimum beſchränkt ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Durch den genannten Umstand ist naturgemäß die Leistungsfähigkeit der Schnellpressen gegenüber jener der Handpressen eine ungleich höhere. Bei diesen sind nur beim Obwalten besonders günstiger Umstände bis zu 100 Abdrücke pro Stunde erreichbar, während (je nach der angewendeten Drucktechnik und der Konstruktionstype) die stündliche Leistung von Schnellpressen zwischen 300—12000 Abdrücken schwankt. — Das wichtigste Merkmal der Schnellpressen ist die Beschränkung der zum Auflagendrucke selbst nötigen Bedienung. Man spricht also auch von einer Schnellpresse, wenn sie gleich durch Menschenkraft angetrieben wird (vgl. Handpressen). — Lange Zeit hindurch verstand man unter „Schnellpresse" nur die von Friedrich König erfundene, fast ausschließlich benutzte, heute einfache Buchdruckschnellpresse genannte Maschine, obwohl der Genannte schon in den ersten Dezennien des vergangenen Jahrhunderts eine Reihe komplizierterer Typen konstruiert hatte. Heute existieren aber bereits unzählige Abarten von Schnellpressen; s. hierüber Buchdruck-, Kupferdruck-, Lichtdruck- und Steindruckmaschinen. *A. W. Unger.*

Schnellräucherei, s. Fleischwarenfabrikation, Konservierung.

Schnellschütze, s. Weberei.

Schnellzüge, s. Eisenbahnbetrieb V., VI.

Schneuße, s. v. w. Schlinge, spätgotische Maßwerksform; s. a. Fischblase.

Schnittbank (Schneidbank), s. Böttcherei, Bd. 2, S. 140.

Schnitte, Werkzeuge, um Bleche von bestimmten Formen, namentlich für Massenartikel, vorzuschneiden oder in Blechwaren aller Art beliebig geformte Oeffnungen (Durchbrüche) zur Verzierung u. s. w. anzubringen. Die Werkzeuge für letzteren Zweck bezeichnet man auch als bunte Schnitte.

Der Schnitt besteht aus der Matrize, dem Stempel (Patrize) und der Führung. Die Matrize, die immer aus bestem Stahl angefertigt werden muß, ist in der Regel ein viereckiges Stahlstück, das in der Mitte beliebig geformte Oeffnungen erhält, die nach unten weiter werden müssen. Dabei ist eine Matrize, auf der feines Messing-, Kupfer-, Silberblech geschnitten wird, bedeutend konischer auszuarbeiten als eine Matrize, auf der starke Bleche oder Eisen- und Stahlblech verarbeitet werden sollen, da sonst nicht allein die Haltbarkeit sehr gefährdet werden würde, sondern auch die Dauer der scharfen Schnittkante. Die Matrizen der kleinen Durchbruchschnitte, wie sie namentlich in der Lampen-, Beschläge- und Bijouteriewarenfabrikation benutzt werden, haben die Oeffnungen vielfach an einer Seite. Sie sind so eingerichtet, daß sie bequem in den Matrizenhalter (Frosch) mittels Klemmen oder Schrauben eingespannt werden können. Die Patrize (Stempel) wird entweder aus Stahl oder für besondere Zwecke aus Eisen bester Qualität angefertigt. Die Form des Schnittstempels muß genau den Oeffnungen der Matrize entsprechen. Die Führung muß eine getreue Kopie der Matrizenöffnungen sein und kann aus Stahl oder Eisen bestehen. Sie dient zur Führung des Schnittstempels in genau vertikaler Richtung sowie zum Abstreifen des Materials. — Vgl. Durchstoßmaschine und Blechbearbeitung.

Schnittholz (Blockholz), das auf der Säge zerschnittene Bauholz (s. d.).

Das ursprüngliche Behauen (Bebeilen) des Holzes ist, teils wegen der hohen Arbeitslöhne, teils der besseren Ausnutzung des Querschnitts wegen, immer mehr dem Zerteilen des Holzes auf der Säge gewichen. Dabei werden in neuer Zeit in manchen Gegenden zur Vereinfachung des Betriebes die vollkantigen Bauhölzer, wie Balken-, Wand- und Dachholz, nur in „Normalquerschnitten" nach nachstehender Tabelle, d. h. in von 2 zu 2 cm zunehmenden Maßen, hergestellt.

8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
8/8	8/10	10/12	10/14	12/16	14/18	14/20	16/22	18/24	20/26	22/28	24/30
	10/10	12/12	12/14	14/16	16/18	16/20	18/22	20/24	24/26	26/28	28/30
			14/14	16/16	18/18	18/20	20/22	22/24	26/26	28/28	
(Alle Maße in Zentimetern.)						20/20					

Weinbrenner.

Schnittkräfte, Schnittmomente. Infolge Einwirkung äußerer Kräfte (s. d.) und andrer Ursachen entstehen bei allen Körpern innere Kräfte, mit welchen die Teile zu beiden Seiten beliebiger durch die Körper gedachter Schnitte aufeinander wirken. Die Kräfte, mit welchen dies geschieht, heißen Schnittkräfte (vgl. Druck, Bd. 3, S. 111), ihre Momente in Hinsicht gegebener Punkte Schnittmomente und die Beanspruchungen pro Flächeneinheit durch dieselben Spannungen (s. d.). Die Querschnittskräfte und Biegungsmomente stabförmiger (vollwandiger) Träger (s. d.) sind besondere Fälle der Schnittkräfte und Schnittmomente (s. Angriffsmoment, Balken, Bogen u. s. w.), doch spielen letztere auch eine Rolle bei der Berechnung von Fachwerken und Gitterträgern (Bd. 3, S. 546, 549; Bd. 4, S. 536); im folgenden sind sie für beliebige ebene Träger mit nur vertikalen Aktivkräften (Lasten) ausgedrückt. Für beliebig gerichtete Lasten in der Trägerebene s. [2], Aufg. 4, 5; Beisp. 40, 58, 86.

Man denke sich durch den Träger einen beliebig geformten Schnitt s gelegt (Fig. 1). Für die Kräfte, mit welchen der Trägerteil links von s auf den Trägerteil rechts von s wirkt, sei Hs die resultierende Horizontalkraft, Vs die resultierende Vertikalkraft, Ms das resultierende Moment in Hinsicht eines Drehpunkts der beliebigen Koordinaten u, w in der Trägerebene. Die Horizontalentfernung der links und rechts vom Schnitte s zunächst folgenden Stützpunkte werde durch l bezeichnet. Wir wählen den Stützpunkt links als Ursprung eines rechtwinkligen

Koordinatenſyſtems in der Trägerebene mit horizontaler Abſziſſenachſe und vertikaler Ordinatenachſe, für den Stützpunkt rechts ſind l, k die Koordinaten. Durch die Stützpunkte 0 und l denken wir uns beliebig geformte Schnitte 0 und l gelegt. H ſei der Wert von H_s im Schnitte $s=0$, während V und $-V'$ die Werte von V_s für $s=0$ und $s=l$ bedeuten und M, M' die Momente M_s für $s=0$ mit $u=0$, $w=0$ bezw. für $s=l$ mit $u=l$, $w=k$.

Zwiſchen den Schnitten 0 und l mögen bei den Abſziſſen $e_1, e_2 \ldots$ beliebige Laſten $K_1, K_2 \ldots$ (bei Fachwerken Knotenpunktslaſten) auf den Träger kommen. Dann hat man im beliebigen Schnitt s, [1], S. 19:

$$H_s = H, \qquad V_s = V - \sum_0^s K, \tag{1.}$$

$$M_s = M + V u - H w - \sum_0^s K(u-e). \tag{2.}$$

Mit den Bezeichnungen

$$S = \sum_0^s K e, \qquad S' = \sum_s^l K(l-e) \tag{3.}$$

kann man auch ſchreiben:

$$V = \frac{1}{l}(M' - M + S' - S + H k), \tag{4.}$$

$$M_s = \frac{l-u}{l}(M+S) + \frac{u}{l}(M'+S') - \left(w - \frac{k}{l}u\right)H, \tag{5.}$$

während weiter gelten:

$$V = \frac{1}{l}\left[M' - M + H k + \sum_0^l K(l-e)\right] = V_0, \tag{6.}$$

$$V' = \frac{1}{l}\left[M - M' - H k + \sum_0^l K e\right] = -V_l, \tag{7.}$$

unter V_0, V_l die Werte von V_x für $x=0$ und l verſtanden. Durch Addition von 6. und 7. folgt:

$$V + V' = \Sigma K = V_0 - V_l, \tag{8.}$$

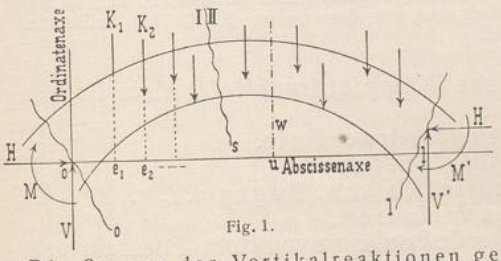


Fig. 1.

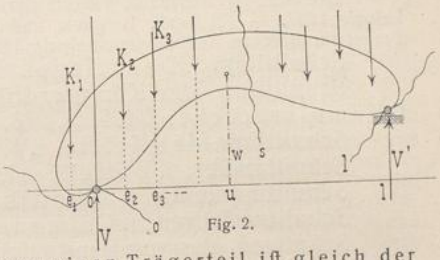


Fig. 2.

Die Summe der Vertikalreaktionen gegen einen Trägerteil iſt gleich der Belaſtung desſelben. Die erſte Gleichung 1. beſagt: Hat ein Träger nur Laſten aufzunehmen (keine horizontalen Aktivkräfte, ſ. d.), dann iſt die Horizontalkraft für alle beliebig geformten Schnitte durch eine Oeffnung desſelben gleichgroß. In 1.—8. bedeuten die Grenzen der Summen Σ Schnitte, alſo nur bei vertikalen Schnitten gleichzeitig Abſziſſen. In dem gewöhnlichen Falle gleich hoher Stützpunkte iſt in obigen Gleichungen $k=0$, für einfache und durchlaufende Balken (ſ. d.) einſchließlich der Balkenfachwerke (ſ. d.) iſt $H_s = H = 0$, für Balken und Bogen mit zwei Gelenkauflagern (Fig. 2, 3) ſind $M=0$, $M'=0$, [1], S. 21.

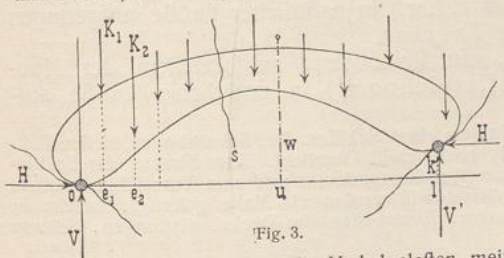


Fig. 3.

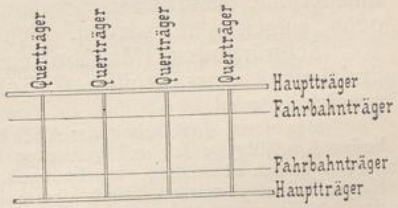


Fig. 4.

Bei Brücken wirken die Verkehrslaſten meiſt nicht direkt auf die Hauptträger, ſie werden durch ein Syſtem von Zwiſchenträgern (Längsträger oder Fahrbahnträger und Querträger, z. B. nach der Anordnung Fig. 4) in beſtimmten Knotenpunkten auf die Hauptträger übertragen. Es ſind alſo die Knotenpunktslaſten K nicht unmittelbar gegeben. Bei ihrer Ableitung pflegen alle Zwiſchenträger als gewöhnliche Balken mit zwei Gelenkauflagern (Bd. 1, S. 519) betrachtet zu werden. Es mögen nun beliebige Verkehrslaſten $P_1, P_2, \ldots$ bei Abſziſſen $a_1, a_2, \ldots$ zunächſt auf die Fahrbahn wirken. c und v ſeien die Abſziſſen derjenigen Knotenpunkte, bei welchen der von Schnitt s getroffene Fahrbahnträger aufliegt (Fig. 5). Dann ſind die von den Verkehrslaſten P herrührenden Werte der Summenausdrücke Σ in obigen Gleichungen für beide durch die Querträger verbundenen Hauptträger [1], S. 26:

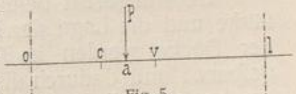


Fig. 5.

$$\sum_0^s K = \sum_0^c P + \frac{1}{v-c}\sum_c^v P(v-a), \qquad \sum_0^s K(u-e) = \sum_0^c P(u-a) + \frac{u-c}{v-c}\sum_c^v P(v-a), \quad 9.$$

$$S = \sum_0^c Pa + \frac{c}{v-c}\sum_c^v P(v-a), \qquad S' = \sum_v^l P(l-a) + \frac{l-v}{v-c}\sum_c^v P(a-c), \quad 10.$$

$$\sum_0^l Ke = \sum_0^l Pa, \qquad \sum_0^l K(l-e) = \sum_0^l P(l-a). \quad 11.$$

Speziell für eine auf die ganze Spannweite l gleichmäßig verteilte Laft von p pro Längeneinheit hat man einfacher:

$$\sum_0^s K = (c+v)\frac{p}{2}, \qquad \sum_0^s K(u-e) = (uc+uv-cv)\frac{p}{2}, \quad 12.$$

$$S = cv\frac{p}{2}, \qquad S' = (l-c)(l-v)\frac{p}{2}. \quad 13.$$

$$\sum_0^l Ke = \frac{pl^2}{2}, \qquad \sum_0^l K(l-e) = \frac{pl^2}{2}. \quad 14.$$

Für 9.—14. ift vorausgefetzt, daß auch bei 0 und l Querträger oder doch Auflager von Längsträgern liegen. Bei ftabförmigen (vollwandigen) Trägern werden die Schnitte s als Querfchnitte x und die Drehpunkte der Momente in den Achspunkten der Querfchnitte angenommen. Setzt man demgemäß $s=x$, $u=x$, $w=y$, fo entftehen aus 1.—8. die für ftabförmige Balken und Bogen gültigen Formeln (vgl. Bd. 1, S. 503; Bd. 2, S. 141). — Ueber die Grenzwerte der Schnittkräfte und Schnittmomente bei veränderlicher Belaftung f. Grenzwerte, Einflußlinien. Ausdrücke für die häufig allein intereffierenden Momente M_s und ihre Grenzwerte bei gleichmäßig verteilter bewegter Laft und bewegten Radlaftzügen [1] §§ 23—25 (einfache Balkenfachwerke u. f. w.), §§ 57—59 (durchlaufende Gelenkträger), §§ 66—68 (Bogenfachwerke u. f. w. mit drei Gelenken), §§ 76, 78, 80—82, 85 (verfchiedene Träger).

Literatur: [1] Weyrauch, Theorie der ftatifch beftimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887. — [2] Derf., Beifpiele und Aufgaben zur Berechnung der ftatifch beftimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888. *Weyrauch.*

Schnittling, f. Dachziegel.

Schnittlinie der Kämpferdrücke (Kämpferdrucklinie) eines Bogens, f. Kämpferdrücke, Bd. 5, S. 278.

Schnittlinie der Kräfte, f. Kämpferdrucklinie.

Schnittmeffer, f. Böttcherei, Bd. 2, S. 138.

Schnittmomente, f. Schnittkräfte, Balken, Bogen u. f. w.

Schnittverfahren, f. Culmanns Verfahren.

Schnitzen, das von Hand erfolgende Bearbeiten von Holz, Elfenbein u. a. mit dem Meffer zur Herftellung von Schnitzwerken.

Das in der Regel verwendete fpitze Meffer ift aus beftem Stahl, 10—12 cm lang, mit geradliniger Schneide und gebogenem Rücken, möglichft ftark und erhält ein mehr oder weniger langes Heft. Sehr lange Hefte werden am Ende gebogen, um fie an die Schulter legen und fo mit größerer Sicherheit fchneiden zu können. Schnitzarbeit wird aber auch mit dem Beitel (f. d.) und mit Bildhauereifen (f. d.) vollzogen.

Schnürboden, wagerechter Bretterboden, auf dem die Zeichnungen für die Steinmetz- und Zimmermannsarbeiten (Schablonen verfchiedenfter Art, Treppenftufenprofile, Kranzhölzer, Schalbretter u. f. w.) in natürlicher Größe aufgetragen oder „aufgefchnürt“ werden. Vgl. a. Theater. *Weinbrenner.*

Schnürboden (Mallboden), ein Reißboden, auf welchem der Konftruktionsriß eines Schiffes (f. Schiffszeichnung) in natürlicher Größe aufgezeichnet wird.

Man nennt diefe Arbeit das Abfchlagen eines Schiffes. Der Schnürboden, deffen Fußboden forgfältig gedielt und geftrichen ift, erhält meift Oberlicht. Zum Straken der Schiffskurven dienen Straklatten, welche nach dem Auge ausgerichtet und zum Vorzeichnen mittels Nägeln feftgelegt werden. Nach dem Schnürbodenriß werden die Malle gefertigt, welche in der Schiffbauwerkftatt zum Biegen der Spanten, Ausarbeiten der Decksbeplattungen, Schotte und Längsfpanten benutzt werden. *T. Schwarz.*

Schnüre, f. Schnurtrieb.

Schnürung (Einfchnürung), f. Kontraktion; vgl. Dehnung.

Schnurgerüft befteht aus je zwei Böcken, auf deren Querriegel die Mauerftärke und die Lage der Fundamentabfätze eingekerbt werden. Nach Einrichtung der Böcke werden zwifchen den entfprechenden Kerben Fluchtfchnüre ausgefpannt und dadurch die Fluchtlinien der Mauern beftimmt, die, auf den Boden herabgelotet, die Umrißlinien des Gebäudegrundriffes ergeben. *L. v. Willmann.*

Schnurfchlag dient zur Beftimmung von Flucht- und Richtlinien auf Balkenlagen, Deckenflächen u. f. w.

Der Schnurfchlag erfolgt durch Anfpannen einer mit weißer, roter oder fchwarzer Farbe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

getränkten Schnur an den genau bestimmten Endpunkten, hierauf Anziehen mit der Hand und Losschnellen, wodurch ein Strich sich auf die ganze Länge aufträgt; das Verfahren nennt man Schnüren oder Abschnüren. *Weinbrenner.*

Schnurtrieb tritt bei geringen Kräften an Stelle von Riementrieb.

Als Schnur dient dabei Drahtschnur (Bd. 3, S. 37) oder gewundener Lederriemen oder rund gehobelte Lederschnur (Bd. 6, S. 113) oder geklöppelte Baumwollschnur für die Spindelantriebe mit einer oder zwei Schnurtrommeln. Die Schnurscheiben klemmen in ihrer Rille von etwa 40° die Schnur ein und werden an kleinen Drehbänken auch als Stufenscheiben ausgeführt (Bd. 3, S. 58); die Schnurwirtel der Spindeln klemmen die Schnur nicht und sind nur so weit konkav, als die Führung der Schnur bedingt. *Lindner.*

Schober, s. v. w. Diemen (s. d.).

Schölung, eine an der Außenböschung eines Deichs durch Strömung oder Wellenschlag entstandene Beschädigung.

Schöpfbuhne, eine derart gestellte inklinante Buhne (s. d.), daß das Wasser nach einer bestimmten Richtung geleitet (gedrängt), geschöpft wird.

Schöpfbuhnen kommen vor am Anfange von zu Hauptbetten auszubildenden Flußarmen sowie von Durchstichen, heißen hier auch Fangköpfe und bewirken meistens zugleich eine teilweise Absperrung des alten, aufzulassenden oder zu beschränkenden Laufes.

Schöpfmaschinen, s. Pumpen, S. 275, Schöpfwerke.

Schöpfrad, s. v. w. Heberad, s. Pumpen, Zwischentransport.

Schöpfwerke dienen mangels natürlicher Vorflut dazu, die Abwässer tiefgelegener Ländereien mit Maschinenkraft zu beseitigen. In Niederungen am Unterlauf eingedeichter Ströme wird die natürliche Abwässerung zeitweise durch die hohen Wasserstände, in der Nähe des Meeres durch die auflaufenden Fluten behindert.

Zahlreiche Beispiele der ersteren Art finden sich an den deutschen Strömen; im Königreich Preußen an der Weichsel, Oder, Elbe; ebenso sind am preußischen, hessischen und bayrischen Rhein Hunderte von Schöpfwerken zur Binnenentwässerung errichtet, die in Zeiten hoher Flußwasserstände in Tätigkeit treten. Von den Küstenländern ist Holland für die künstliche Entwässerung der gegen das Meer eingedeichten Niederungen (Polder) typisch; der größere Teil des Landes liegt mehrere Meter unter dem Mittelwasser der Nordsee und bildet eine Reihe von Poldern zwischen den hoch aufgedämmten Binnengewässern und den Seedeichen, in denen die Kultur des äußerst fruchtbaren Bodens nur durch künstliche Entwässerung ermöglicht werden kann. Aehnliche Verhältnisse finden sich in den norddeutschen Seemarschen.

Das **Pumpwerk** wird an der tiefsten, dem Vorflutgewässer nächstgelegenen Stelle der zu entwässernden Niederung angelegt. Die zu befördernden Wassermengen werden ihm durch offene Kanäle und Gräben zugeleitet. Die Anlage eines systematischen Netzes derartiger Wasserzüge, falls solche nicht schon vorher in genügender Zahl und Beschaffenheit vorhanden sind, ist als ein wesentlicher Teil des für ein Schöpfwerk aufzustellenden Entwurfs zu betrachten, der indessen zum Nachteil des Erfolges der Entwässerung häufig übersehen wird und alsdann zu unliebsamer nachträglicher Erhöhung der Anlagekosten und zur Erschütterung der finanziellen Grundlage des Entwässerungsunternehmens Veranlassung gibt. Die Festsetzung der Querschnitte der zum Pumpwerk führenden Gräben hat nach Maßgabe der abzuleitenden Wassermengen in sorgfältiger Weise zu geschehen. Die Vernachlässigung dieser Forderung hat zur Folge, daß das Schöpfwerk mangels genügenden Wasserzuflusses nicht regelmäßig arbeiten kann, während die Kulturflächen nicht gleichmäßig und vollständig vom Wasser befreit werden.

Beim **Entwerfen von Schöpfwerken** ist von größter Wichtigkeit die richtige Bestimmung der zu befördernden Wassermenge sowie der zu überwindenden Förderhöhe, um die Größe und Kraftleistung der Maschinen richtig zu bemessen und einerseits einer Unzulänglichkeit der maschinellen Leistung, anderseits einer Kostenvergeudung vorzubeugen. Grundsatz muß sein, sowohl die der Maschine zuzuweisende Wassermenge als auch die Förderhöhe tunlichst zu beschränken, um die Kosten der Anlage und des Betriebes nach Möglichkeit zu verringern. Zu dem Zweck müssen alle Abwässer, die vermöge ihrer Höhenlage natürliche Vorflut finden können, vom Eintritt in die Niederung abgehalten werden; diese werden durch Umfangs- oder Ringkanäle, deren Höhenlage sich nach dem Vorflutgewässer richtet, abgefangen und für sich abgeleitet. Zur Verminderung der Förderhöhe dienen bei den von Ebbe- und Flutwechsel beeinflußten Entwässerungsanlagen die Mahlbusen (s. d.). In diese Busen vollzieht sich in der Regel zugleich die natürliche Abwässerung der benachbarten höhergelegenen Ländereien. Sie müssen deshalb ein derartiges Fassungsvermögen besitzen, daß sie imstande sind, die ihnen während des Schlusses der Deichschleusen von oberhalb zufließenden, außerdem die durch die Pumpen gelieferten Wassermengen aufzunehmen, ohne den sogenannten Mahlpeil, d. h. den mit Rücksicht auf das angrenzende höhere Gelände noch zulässigen Höchstwasserstand, zu übersteigen.

Die von den Pumpen zu bewältigende Wassermenge setzt sich zusammen aus den atmosphärischen Niederschlägen, dem durch die Deiche gelieferten Sickerwasser und dem gewöhnlichen Grund- und Quellwasser der Niederung, das bei hohen Außenwasserständen noch durch das Dräng- (oder Druck-, Kuver-, Qualm-)wasser vermehrt wird. Diese Wassermengen sind von wechselnder Größe, je nach der klimatischen Lage und den Bodenverhältnissen des Entwässerungsgebiets, nach der Höhe der Außenwasserstände und der Zeitdauer des Einflusses derselben auf die Binnenentwässerung. Bei kleineren Entwässerungsflächen sind größere Wassermengen auf die Flächeneinheit zugrunde zu legen als bei weiten Niederungsgebieten. Den

größten Anteil an der Waſſermenge haben die atmoſphäriſchen Niederſchläge; wird angenommen, daß der Niederſchlag eines regenreichen Monats (200 mm Regenhöhe) nach Abzug von ein Drittel für Verdunſtung an 25 Arbeitstagen durch die Pumpen gefördert werden müſſe, ſo ergibt ſich als Fördermenge pro 1 ha/sec = 0,6 l. Eine Vorausberechnung der Grund-, Quell- und Druckwaſſermengen iſt im allgemeinen kaum möglich. Die Praxis zeigt bei einer großen Zahl ausgeführter Schöpfwerke tatſächliche Fördermengen pro 1 ha/sec zwiſchen 0,23 l (Rampitz-Auriether Niederung an der Oder) und 1,6 l (Rheinniederung bei Oppenheim am heſſiſchen Rhein). In Holland hat ſich die praktiſche Regel ausgebildet, daß für je 1000 ha Polderfläche und 1 m Förderhöhe 12 PS_e an der Dampfmaſchine erforderlich ſind; dies entſpricht (bei einem Geſamtwirkungsgrad des Schöpfwerkes von 0,7) einer Fördermenge von 0,63 l pro 1 ha/sec. Bei 132 in Preußen ausgeführten Anlagen kommen im Durchſchnitt auf 1000 ha Fläche und 1 m Förderhöhe 13,6 PS_e, was pro 1 ha/sec 0,71 l entſpricht.

Eine beſondere Berechnungsweiſe hat einzutreten, wenn es ſich darum handelt, Flußniederungen, die den Winter über unter Waſſer geſetzt waren (Polder), bei Beginn des Frühjahrs auszupumpen, ſei es, daß die Niederung bloß mit Sommerdeichen verſehen iſt, die vom Winterhochwaſſer überſtiegen wurden, ſei es, daß Winterdeiche vorhanden ſind, durch die das Flußwaſſer künſtlich in die Niederung eingelaſſen wurde. In ſolchen Fällen iſt der Berechnung der Maſchinenſtärke die hinter den Deichen angeſammelte Waſſermenge, vermehrt um das während der Zeit des Auspumpens ſich ergebende Regenwaſſer ſowie um das Quell- und Drängwaſſer, zugrunde zu legen. Um die ſekundliche Leiſtung der Pumpenanlage feſtſtellen zu können, muß noch die Zeitdauer des Auspumpens bekannt ſein. Dieſe richtet ſich nach dem Zeitpunkt und der Dauer der Schneeſchmelze und nach der Entwicklung der Vegetation. Sie iſt ungleich in den einzelnen Jahren und wechſelt mit der klimatiſchen Lage der zu entwäſſernden Oertlichkeit. Sie wird im allgemeinen 20—30 Tage betragen, kann jedoch in ungünſtigen Jahren (ſpäte Schneeſchmelze) auf 15—10 Tage herabgehen. Hierüber ſind im Einzelfalle Erhebungen zu machen.

Die zu überwindende Förderhöhe ergibt ſich rechnungsmäßig als die Differenz zwiſchen Binnen- und Außenwaſſerſtand und iſt demnach bei wechſelnden Waſſerſtänden veränderlich. Ein gut konſtruiertes Schöpfwerk ſoll derart beſchaffen ſein, daß eine größere Förderhöhe als die augenblicklich vorhandene Differenz der beiden genannten Waſſerſtände (abgeſehen von den Widerſtänden in der Pumpe u. ſ. w.) in keinem Fall zu überwinden iſt (mit andern Worten, daß keine „verlorene Förderhöhe“ entſteht). Deshalb ſollen bei Pumpen mit Saugwirkung (z. B. Zentrifugalpumpen), die über dem Niveau des Außenwaſſerſtandes aufgeſtellt werden, die Druckröhren unter dem tiefſten Außenwaſſerſtand ausmünden, um Heberwirkung zu erzeugen. Der in Rechnung zu ziehende Binnenwaſſerſtand ergibt ſich aus der Höhenlage der Niederung und dem normalen Waſſerſpiegel der zum Pumpenwerk führenden Grabenzüge. Zu einer ausreichenden Trockenhaltung des Ackerfeldes wird in der Regel verlangt, daß der Waſſerſtand des Grabennetzes durch das Schöpfwerk 0,75—1 m unter Terrain gehalten werde, bei Wieſen nur 0,4—0,6 m. Für die Berechnung der Maſchinenſtärke iſt ferner der Außenwaſſerſtand maßgebend; dabei wird man jedoch von den außerordentlichen, nur ſelten vorkommenden Hochwaſſerſtänden eingedeichter Flüſſe und Ströme abſehen und nur den gewöhnlich wiederkehrenden Hochwaſſerſtand der jährlichen Vegetationsperiode der Berechnung zugrunde legen, da ſonſt die Mehrkoſten der Maſchinenanlage nicht mehr im Verhältnis ſtehen würden zu dem bei außerordentlichen Hochfluten durch vorübergehend behinderte Geländeentwäſſerung entſtehenden Schaden.

Bezüglich der für die Geländeentwäſſerung zu verwendenden **Schöpfmaſchinen** wird auf den Art. Pumpen, S. 275, verwieſen. Von den dort angeführten Maſchinen werden bei neueren Anlagen auf Grund gemachter Erfahrungen die früher öfter zur Anwendung gekommenen Waſſerſchnecken und Kolbenpumpen nicht mehr berückſichtigt. Bei erſteren ergibt ſich immer verlorene Förderhöhe; außerdem iſt die Kraftübertragung von der Dampfmaſchine unvorteilhaft und die weiträumige Aufſtellung verurſacht hohe Anlagekoſten. Saug- und Druckpumpen haben neben geringer Nutzwirkung noch ſonſtige Mißſtände gezeigt, die z. B. im Bremer Blockland [1] dazu geführt haben, das im Jahr 1864 erbaute Schöpfwerk 1882 umzubauen und die Fijnjeſche Kaſtenpumpe durch die Kreiſelpumpe Syſtem Neukirch (S. 286, Fig. 29) zu erſetzen. Im weſentlichen finden neuerdings nur noch Wurfräder und Kreiſelpumpen Verwendung zur Geländeentwäſſerung. Wurfräder zeigen ſich vorteilhaft bei ſehr großer Waſſermenge und geringer, aber möglichſt gleichbleibender Förderhöhe (nicht über 3 m); ſie haben den Vorzug langſamen Ganges und guter Zugänglichkeit aller Teile, geſtatten eine ziemlich weitgehende Veränderlichkeit der Fördermenge ohne weſentliche Beeinträchtigung des Wirkungsgrades, welch letzterer im ganzen ein guter iſt; dagegen erfordern ſie große Mauerwerkskörper und umfangreiche, höchſt ſorgfältige Fundierungen für das Radgerinne, was die Anlagekoſten erhöht. Von den S. 276 dargeſtellten Wurfrädern hat ſich das in Fig. 5 verzeichnete Pumprad von Overmars für die Geländeentwäſſerung wegen unzureichender Nutzwirkung nicht gut bewährt. — Kreiſelpumpen mit wagerechter oder lotrechter Welle (S. 286 ff.) ſind insbeſondere zweckmäßig bei größerer Förderhöhe und ſtark wechſelndem Außenwaſſerſtand. Bei wagerechter Anordnung der Welle (gemeinhin Zentrifugalpumpe) liegt die Pumpe gewöhnlich hoch und das Waſſer wird durch Saugwirkung gehoben; dies hat den Vorteil guter Zugänglichkeit des Kreiſels; die Druckröhre ſoll aus dem früher genannten Grunde unter dem tiefſten Außenwaſſerſtand münden. Finanziell vorteilhaft erſcheinen insbeſondere Pumpen mit wagerechter Welle, weil ſie nur kleinen Raum beanſpruchen und die wenigſt umfangreichen und ſorgfältigen Fundationsarbeiten erfordern.

Als Kraftmaſchinen zum Antrieb der Pumpen u. ſ. w. kommen neuerdings nur noch Dampfmaſchinen in Betracht. Die in Küſtenländern früher ausſchließlich verwendeten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Windmühlen entſprechen bei der Unſicherheit des von den atmoſphäriſchen Verhältniſſen abhängigen Betriebs den heutigen Anforderungen nicht mehr. Wo nach Ausdehnung und Form des Entwäſſerungsgebiets die Aufſtellung mehrerer Pumpwerke an verſchiedenen Stellen angezeigt iſt, empfiehlt ſich der elektriſche Antrieb von einer Kraftzentrale aus. Die Koſten der Schöpfwerke hängen ab von den Verhältniſſen des Entwäſſerungsgebiets (insbeſondere hinſichtlich Fundationsſchwierigkeiten) und von den zu verwendenden Maſchinenſyſtemen. Die Anlagekoſten können nach einer größeren Anzahl ausgeführter Schöpfwerke zu 1000—3500 ℳ für die Nutzpferdeſtärke (gleich 75 kg/m in gehobenem Waſſer) angenommen werden. Soll unter verſchiedenen zur Ausführung vorgeſchlagenen Entwürfen die Wahl getroffen werden, ſo ſind außer den Anlagekoſten auch die regelmäßigen Betriebskoſten in Rechnung zu ziehen.

Literatur: Vgl. Pumpen, S. 275, außerdem: [1] Hagen, L., Die Trockenlegung des Haarlemer Meeres, Sonderabdruck aus der Zeitſchr. für Bauweſen, Berlin 1860. — [2] Berg, Die Entwäſſerung des Bremer Blocklandes, Hannover 1864. — [3] Storm-Buyſing, Handleiding tot de Kennis der Waterbouwkunde, Breda 1864. — [4] Treuding, Ueber Ent- und Bewäſſerung von Ländereien, Hannover 1866. — [5] Hollenberg, A., Die neueren Windräder, die ſogenannten amerikaniſchen Windmühlen, ſpeziell die Halladay-Windräder, Leipzig 1885. — [6] Fragſtein von Niemsdorff, F., Die Entwäſſerung der Linkuhnen-Seckenburger Niederung in der Provinz Oſtpreußen, Sonderabdruck aus der Zeitſchr. für Bauweſen, Berlin 1889. — [7] Gerhardt, P., Die Entwäſſerung des Mittel- und Niederoderbruches, Berlin 1891. — [8] Poſt, Ueber die verſchiedenen Arten von Dampfſchöpfwerken zur Entwäſſerung von Niederungen, Zeitſchr. für Bauweſen 1894, S. 267. — [9] Danckwerts, Matz und Hagens, Die Eindeichung und Entwäſſerung des Memeldeltas, ebend. 1902, S. 35. — [10] Perels, Handbuch des landw. Waſſerbaues, 2. Aufl., Berlin 1884. — [11] Handbuch der Ingen.-Wiſſ., 3. Teil, 4. Aufl., Leipzig 1907, Bd. 7: Landw. Waſſerbau. — Abhandlungen über Schöpfwerke finden ſich ferner in folgenden Zeitſchriften: [12] Zeitſchr. des Arch.- und Ing.-Vereins zu Hannover 1865, S. 258; 1879, S. 365; 1882, S. 191; 1884, S. 257, 1885, S. 207; 1887, S. 349; 1894, S. 250. — [13] Zeitſchr. für Bauweſen 1872, S. 251; 1881, S. 229; 1884, S. 279; 1887, S. 85, 577, 609; 1888, S. 423; 1889, S. 85. — [14] Deutſche Bauztg. 1875, S. 132; 1895, S. 469. — [15] Zentralblatt der Bauverwaltung 1883, S. 213; 1893, S. 454; 1894, S. 200. — Fortlaufende Nachweiſungen über neue Schöpfwerkanlagen in Preußen bringt das Zentralblatt der Bauverwaltung.

Drach.

Schöpfwerke, ſ. a. Bagger, Elevator und Maſſentransport.

Schörl, roter, ſ. v. w. Turmalin (ſ. d.); blauer, ſ. v. w. Diſthen (ſ. d.).

Schokoladefabrikation. Die Schokoladeninduſtrie umfaßt die Verarbeitung der Kakaobohnen in zwei Hauptprodukte, nämlich Schokolade und Kakaopulver. Während dieſes außer geringen Mengen von Alkalien und eventuell Gewürzen als Rohmaterial ausſchließlich Kakaobohnen erfordert, kommen bei Herſtellung von Schokolade neben Kakao große Mengen von Zucker zur Verwendung. Zu dieſen beiden hauptſächlichen Rohmaterialien treten noch Gewürze (namentlich Vanille und Vanillin), ferner Nähr- und Geſchmackſtoffe wie Milch, Mandeln, Nüſſe u. ſ. w. Für mediziniſche Zwecke erfolgen ſowohl bei Schokolade wie bei Kakaopulver allerlei Zuſätze von Medikamenten, Nährſalzen und diätetiſchen Stoffen. Derartige Zuſätze müſſen deklariert werden.

Nach den auch von den deutſchen Nahrungsmittelchemikern anerkannten Beſtimmungen des Verbands deutſcher Schokoladefabrikanten, der ſich um die Reinheitsbeſtrebungen in der Kakaoinduſtrie weſentliche Verdienſte erworben hat, iſt Kakaopulver (entölter, auch löslicher, aufgeſchloſſener Kakao) ein Produkt aus geröſteten, entſchälten, mehr oder minder entölten bezw. auch aufgeſchloſſenen Kakaobohnen in Pulverform. Außer Würzſtoffen darf Kakao keinerlei fremde Beimengungen enthalten. Alkalien dürfen bei der Zubereitung nicht mehr als 3 % zugeſetzt werden. Die Bezeichnung Schokolade darf nur Fabrikaten gegeben werden, die aus geröſtetem und entſchältem Kakao und Zucker mit oder ohne Zuſatz von Kakaobutter, Vanille, Vanillin, Zimt, Nelken und andern Gewürzen hergeſtellt ſind. Der Gehalt an Zucker darf in Schokolade nicht mehr als 70 % betragen. Die Schokoladeninduſtrie hat ſich in den letzten Jahrzehnten außerordentlich entwickelt. Nach dem Verbrauch von Rohkakao ſteht Deutſchland an zweiter Stelle und wird nur von den Vereinigten Staaten um wenig übertroffen. An dritter Stelle befindet ſich Frankreich. Die Einfuhr von Rohkakao nach Deutſchland betrug 1880 2 200 000 kg (Wert 3 000 000 ℳ); 1907 35 000 000 kg (Wert über 50 000 000 ℳ). Im gleichen Jahre führten ein: Vereinigte Staaten 38 000 000 kg, Frankreich 23 000 000 kg bei einem Weltverbrauch von 155 000 000 kg. (Produktion der deutſchen Kolonien im Jahre 1907 2 000 000 kg.)

Hand in Hand mit dieſem Aufſchwung der ganzen Induſtrie geht auch die Verfeinerung der Fabrikationstechnik, ſo daß die moderne **Schokoladefabrikation** eine große Zahl von Hilfsmaſchinen erfordert. Zuerſt werden die rohen Kakaobohnen in Siebmaſchinen von Staub und Grus gereinigt. Aus einem zylindriſchen Sieb fällt der Kakao auf ein laufendes Band, auf dem etwa vorhandene Fremdkörper von Hand ausgeleſen werden. Teilweiſe wird der Kakao auch gleichzeitig mechaniſch nach verſchiedener Größe ſortiert. Der folgende Röſtprozeß bewirkt beſſere Entwicklung des ſpezifiſchen Kakaoaromas und Aufſchließung und Veränderung der in den Bohnen vorhandenen Kohlehydrate. Außerdem wird beim Röſten die Bohne brüchig und ſpröde, ſo daß ſich die Schale leichter vom Kern ablöſt als bei der Rohbohne. Während früher die Röſtung in Blechtrommeln oder -kugeln erfolgte, die von außen direkt beheizt waren, ſind die neueren Röſter derartig eingerichtet, daß ein heißer Luftſtrom oder die mit Luft vermengten heißen Feuergaſe ſelbſt durch den in rotierenden Behältern befindlichen Kakao hindurchgeführt

werden. Dadurch wird vermieden, daß der Kakao sich ungleichmäßig erhitzt oder an überhitzten Außenwänden verbrennt, auch werden zugleich mit dem heißen Luftstrom die beim Rösten sich entwickelnden brenzlichen Gase rasch abgeführt. Die Röstkugel enthält eine Mischvorrichtung und besondere Vorkehrungen zur fortlaufenden Kontrolle des Röstprozesses. Die heißen Bohnen werden auf ein unterhalb befindliches Kühlsieb entleert und mittels durchgesaugter Luft gekühlt. Die Temperatur beim Rösten beträgt ca. 150° C. Die erkalteten Bohnen kommen auf die Brech- und Reinigungsmaschine, die sie zwischen zwei weitgestellten Walzen grob zerkleinert. Der gebrochene Kakao wird durch Siebzylinder nach Größe sortiert, während gleichzeitig ein Luftstrom die leichteren Schalen fortführt. In untergestellten Karren wird der Kakao aufgefangen. Zur Entfernung der harten, länglich geformten Keime führt man ihn noch über besonders konstruierte Siebe.

Den so gerösteten und gereinigten Kakao läßt man auf Kakaomühlen zwischen horizontal sich drehenden, erwärmten Steinplatten bei 40—50° C. mahlen, damit die folgende Vermischung mit Zucker rascher vor sich geht. Bei dieser Temperatur wird die Masse infolge ihres hohen Fettgehalts (durchschnittlich enthält Kakao ca. 55% Fett, die sogenannte „Kakaobutter", mit einem Schmelzpunkt von 35° C.) flüssig. Ursprünglich dienten hierzu einfache Mühlen mit einem Steinpaar. Allmählich ist man aber zu kombinierten Mühlen mit drei und vier übereinander angeordneten Mahlsteinen übergegangen, um immer größere Feinheit zu erzielen. Der Kakao wird in der Achse des obersten Steins eingeschüttet und läuft dann nacheinander über alle folgenden Mühlen. Am untersten Ablauf wird das fertige Produkt, die „Kakaomasse" abgenommen. Die noch warmflüssige Kakaomasse, die meist aus einem Gemisch verschiedener Kakaosorten besteht, kommt in den „Melangeur", wo sie mit dem nötigen Quantum feingemahlenen Zuckers gemischt wird. Eventuell werden hier auch die Zusatzstoffe wie Gewürze, Kakaobutter u. s. w. beigegeben. Zusatz von Kakaobutter erfolgt dann, wenn die Masse als „Speiseschokolade" einen weichen Charakter bekommen soll oder wenn sie als „Couverture" („Ueberzugsmasse") für Konditoreizwecke zum Ueberziehen von Zuckerkörpern wie Pralinen oder ähnlichem Verwendung findet und daher beim Wiederaufwärmen dünnflüssig werden soll. Der Melangeur ist ein heizbarer Kollergang mit rotierendem Boden und zwei feststehenden Läufersteinen, die zum Aufheben eingerichtet sind. An Stelle dieser Maschine sind teilweise auch Misch- und Knetmaschinen im Gebrauch.

Im Melangeur läuft die Masse, bis sie gleichmäßig durchmischt ist. Da sich im Melangeur genügende Feinheit und innigste Verbindung von Kakao und Zucker nicht erzielen lassen, wird nun diese Rohschokolade auf Walzwerken weiterbearbeitet, in denen die Masse zwischen verschieden schnell rotierenden Walzen geschliffen und zerrieben wird. Meist besteht das Material dieser Walzen aus Granit, doch sind auch solche aus Porzellan und Stahl im Gebrauch. Anfänglich enthielten die Walzwerke drei horizontal gelagerte Walzen; die fortschreitende Verfeinerung der Fabrikate führte jedoch dazu, mehrere solcher Walzwerke übereinander zu stellen, bei denen man die Schokolade oben aufbringt. Nach Passieren der ersten drei Walzen wird die Schokolade durch ein Messer mechanisch abgestrichen und fällt von selbst auf die zweite Walzenlage herab u. s. f. und passiert so allmählich sämtliche Walzen. Neuerdings baut man Maschinen, bei denen die Walzen senkrecht übereinander liegen und die Masse von unten nach oben geschafft wird. Geringe Qualitäten Schokolade werden weniger oft, feine Sorten häufiger gewalzt. Ehe nun die Schokolade weiterverarbeitet wird, läßt man sie im allgemeinen längere Zeit in warmen Räumen durchlagern (40—50° C.), wobei sie erfahrungsgemäß an Wohlgeschmack gewinnt. Qualitäten, welche die höchste Feinheit erlangen sollen, läßt man noch einige Tage in der sogenannten Längsreibemaschine (Conche) bearbeiten. Diese Maschine enthält mehrere längliche Steintröge, die leicht erwärmt werden und in denen je ein Läuferstein von Granit sich langsam gleitend hin und her bewegt. Durch diese Behandlung erhält die Schokolade den schmelzenden und abgerundeten Geschmack, der bei Speiseschokoladen besonders beliebt ist. Die Reihenfolge der geschilderten Prozesse erfährt in einzelnen Fabriken auch Aenderungen; ihre Dauer ist sehr verschieden. Ebenso gibt es Betriebe, welche die gerösteten und gereinigten Bohnen nicht in der Mühle mahlen, sondern direkt im Melangeur mit Zucker vermengen.

Die fertig gearbeitete Schokolade wird nochmals im Melangeur bei 30—35° C. durchgeschafft und geht durch „Entluftungsmaschinen", wo sie mittels einer Schnecke durch Düsen gepreßt und so die in der zähen Masse enthaltenen Luftbläschen entfernt werden. Durch Teilmaschinen erfolgt hierauf eine gleichmäßige Abmessung in kleinere Stücke, die in Blechformen verbracht und auf den „Klopftischen" einer rüttelnden und stoßenden Bewegung ausgesetzt werden. Die Schokolade schmiegt sich dabei aufs engste der Form an, erhält eine glatte Außenseite, und etwa vorhandene Luft wird vollends ausgetrieben. Sehr zweckmäßig ist eine von Rich. Gäbel-Dresden konstruierte Maschine, in der die Schokolade automatisch nacheinander entlüftet, geteilt, in Formen gefüllt und geklopft wird. Von einem hochliegenden Behälter aus wird die Masse durch eine Schnecke in einen Teilapparat gepreßt, der nach entsprechender Einstellung die gewünschte Menge abteilt und sie in länglichen Streifen in untergelegte Formen ablegt. Diese Formen liegen auf einem Laufband, das sie zu dem nebenanstehenden langgestreckten Klopftisch befördert. Letzterer enthält drei Bahnen nebeneinander, auf denen die Formen selbsttätig rüttelnd vorwärts bewegt werden. Der Uebergang von einer Bahn zur andern erfolgt durch kleine Drehscheiben. Am Ende werden die Formen von Hand abgenommen und in Kühlräume verbracht, wo die Schokolade in kurzem erhärtet. Nach dem Erkalten geht die Schokolade leicht aus der Form und ist nun fertig zum Etikettieren und Verpacken. Durch genaues Einhalten der geeigneten Temperatur beim Einfüllen in die Form und rasche Kühlung erhält die Schokolade den erforderlichen harten und glatten „Bruch".

Die Qualität einer Schokolade ist im allgemeinen abhängig von der Wahl der Kakaosorten, der richtigen Einhaltung der Fabrikationsbedingungen, dem Verhältnis von Kakao und Zucker,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und der Feinheit in der Bearbeitung. Als Verfälſchungen kommen in Betracht: fremde Fette, Kakaoſchalen und -abfälle, Mehl ohne Deklaration, Färbung und Zuſatz von Fettſparern wie Tragant, Dextrin u. ſ. w.

Bei der **Herſtellung des Kakaopulvers** erfährt die geröſtete und gereinigte Kakaobohne nach der ſogenannten holländiſchen Methode, die heute wohl in den meiſten Fabriken angewandt wird, vor der Entölung eine Behandlung mit Alkalien. Meiſtens iſt hierzu das kohlenſaure Kali (Pottaſche) im Gebrauch. Dabei wird entweder der geröſtete Kakao vor dem Mahlen mit der in Waſſer gelöſten Pottaſche in Miſchapparaten getränkt und zur Entfernung des Waſſers nochmals leicht nachgeröſtet, ſodann gemahlen und gepreßt, oder die gemahlene Kakaomaſſe wird mit der Pottaſchelöſung in Miſchmaſchinen „präpariert“ und das Waſſer durch Wärme und Bewegung der Maſſe wieder entfernt. Durch das Präparieren ſoll die Celluloſe im Kakao aufgeſchloſſen und ihm dadurch eine größere Suspenſionsfähigkeit („Löslichkeit“) im Waſſer verliehen werden. Die folgende Entölung wird in erwärmten hydrauliſchen Preſſen bewerkſtelligt. Dadurch wird ermöglicht, daß ſich der Kakao nachher in Pulverform bringen läßt, was bei ſeinem urſprünglichen hohen Fettgehalt nicht möglich iſt. Die teilweiſe Entölung und der Zuſatz des Alkali bewirken auch gleichzeitig eine Erhöhung der Verdaulichkeit. Die beim Abpreſſen abfließende Kakaobutter iſt ein ſehr wertvolles Nebenprodukt, das als Zuſatz zu gewiſſen Schokoladen gute Verwendung findet. Kleinere Mengen dienen zu kosmetiſchen und pharmazeutiſchen Präparaten. Früher wurde der Kakao allgemein nur ſo weit entfettet, daß das Endprodukt 25 bis 30 % Fett enthielt; heute wird vielfach auf 15—20 % entölt. Die Kakaopreßkuchen werden ſodann in Brechmaſchinen zerkleinert, zu Pulver gemahlen und dieſes geſiebt.

Die Abbildungen der zur Schokoladefabrikation nötigen Maſchinen finden ſich in den Katalogen von J. M. Lehmann, Dresden, Hermann Bauermeiſter, Altona-Ottenſen, u. a. Röſtapparate bauen G. W. Barth, Ludwigsburg, u. a., worauf wir verweiſen.

Literatur: Mitſcherlich, Alfred, Der Kakao und die Schokolade, Berlin 1859; Zipperer, Paul, Die Schokoladeninduſtrie, 2. Aufl., Berlin 1901; Gordian, Adolf, Die deutſche Schokoladen- und Zuckerwareninduſtrie, Hamburg 1895; Stollwerck, Walter, Der Kakao und die Schokoladeninduſtrie, Jena 1907; Saldau, Die Schokoladefabrikation, 2. Aufl., Wien 1907; „Gordian“, Zeitſchr. für die Kakao-, Schokoladen- und Zuckerwareninduſtrie, Hamburg; Mitteilungen des Verbandes deutſcher Schokoladefabrikanten, Dresden.

L. Sproeſſer.

Schooner, Segelſchiff mit zwei Maſten mit je einer Stenge ſowie Gaffelſegel und Gaffeltopſegel; ſ. Segelſchiffstypen.

Schornſtein (Eſſe, Kamin, Rauchrohr, Schlot), ein aufſteigender, aus Mauerwerk, eiſernen oder Tonröhren beſtehender Kanal mit kreisrundem oder polygonalem Querſchnitt zur Abführung von Verbrennungsgaſen einer oder mehrerer Feuerungen und in den meiſten Fällen auch zur Erzeugung des für die Verbrennung nötigen Luftzuges.

Dieſe Aufgabe des Schornſteins iſt bei verſchiedenen Zuſtänden der Atmoſphäre zu löſen; erfolgt die Löſung für minimale Preſſung und maximale Feuchtigkeit bezw. Temperatur der Atmoſphäre, ſo iſt ſie am vollkommenſten. Je nach der Art des auf dem Roſt verbrannten Brennſtoffes (ſ. d.) iſt die zuzuführende Luftmenge für die Verbrennung unter faſt gleichen Umſtänden verſchieden, aber bekannt. Der Abzug der durch den Roſt paſſierten Luft in dem Verbrennungsraum bezw. im Schornſtein bis zu deſſen oberer Ausmündung in die Atmoſphäre beruht darauf, daß die Rauchſäule im Schornſtein ein geringeres ſpezifiſches Gewicht hat als die äußere Luft, welch letztere wiederum vor dem Roſt eine größere Preſſung beſitzt als an dem oberen Ende des Schornſteins. Der letztere Druckunterſchied iſt die Urſache der Bewegung. Wegen der theoretiſchen Beziehungen, die zwiſchen den Widerſtänden des Herdes, des Heizkanals, der pro Zeiteinheit abzuführenden Gasmenge, den Dimenſionen des Schornſteins, der Temperatur der in dieſen einſtrömenden Heizgaſe und der Ausflußgeſchwindigkeit an dem oberen Ende des Schornſteins ſtattfinden, verweiſen wir auf [1]. Im allgemeinen iſt die in der Zeiteinheit abgeführte Gasmenge gleich dem Produkt aus Schornſteinquerſchnitt und Geſchwindigkeit. Mithin leiſtet der Schornſtein um ſo mehr, je größer ſeine Höhe, die Temperatur in demſelben und ſein Querſchnitt iſt. Letzterer darf aber bei geringeren abzuführenden Luftmengen und großer Hitze im Schornſtein nicht zu groß werden, weil ſonſt die abzuführenden Verbrennungsprodukte den Querſchnitt nicht ausfüllen, ſo daß von oben nach unten gerichtete Nebenſtrömungen der äußeren Luft eintreten. Es wirkt daher nicht leicht ein zu hoher, wohl aber ein zu weiter Schornſtein ſchädlich.

1. **Fabrikſchornſteine** werden in der Regel als frei ſtehende Bauwerke aus Backſteinen aufgeführt, ſeltener und dann nur bei kleineren oder proviſoriſchen Anlagen kommen eiſerne Kamine in Anwendung, welche auf den Kohlenverbrauch einen weniger günſtigen Einfluß haben und meiſtens ſtärker rauchen wie ſteinerne Schornſteine. Die in Amerika zur Ausführung gelangenden Eiſenbetonſchornſteine vermögen ſich in Europa und am wenigſten in Deutſchland einzuführen; ſie ſind kaum billiger wie Steinkamine, erfordern dabei ein ſorgfältig arbeitendes und gutgeſchultes Perſonal für die Herſtellung, haben ein wenig gefälliges Ausſehen und beſitzen manche Nachteile. — Der Querſchnitt ſämtlicher vorgenannter Schornſteine iſt rund; bei Steinſchornſteinen wird in ſeltenen Fällen aus architektoniſchen oder andern Gründen auch der achteckige oder noch ſeltener der quadratiſche Querſchnitt gewählt. Wenn H die Schornſteinhöhe in Metern über Terrain iſt, ſo nimmt man bei Keſſelanlagen: $H = 5$ bis $6 \cdot \sqrt[3]{\text{Heizfläche}}$, wobei als Heizfläche die gleichzeitig im Betrieb befindliche Keſſel-, Ueberhitzer- und Economiſerheizfläche zuſammen genommen werden ſoll. Für größere Keſſelanlagen (über ca. 1000 qm Keſſelheizfläche) nimmt man 5, für kleinere Anlagen nimmt man 6 und rundet die Höhe nach

oben auf volle 5 oder 10 m ab. An Höhe ſoll man nicht ſparen, namentlich nicht, wenn die Rauchgaſe im Keſſel (Waſſerrohrkeſſel) und in den übrigen Apparaten und Kanälen große Wege mit vielen Bewegungsrichtungsänderungen machen müſſen. Schornſteine im Tale und in bergiger Gegend ſind höher zu nehmen wie im Flachlande, an der Küſte, auf dem Bergplateau. — Den oberen Querſchnitt nimmt man zu einem Viertel bis zu einem Fünftel der im Betriebe befindlichen Roſtfläche an, und zwar ein Viertel bei Braunkohlen bezw. bei kleineren Anlagen, ein Fünftel bei Steinkohlen bezw. bei größeren Anlagen. Wenn der Schornſtein nicht für eine Keſſelanlage beſtimmt iſt, ſo ermittelt man den Kohlenverbrauch und die daraus reſultierende durch den oberen Querſchnitt abzuleitende Rauchgasmenge pro Sekunde; die Austrittsgasgeſchwindigkeit am oberen Querſchnitt ſoll nicht kleiner wie 3—4 m/sec und nicht größer wie 8—10 m/sec ſein. Die Höhe nimmt man dann 25—30mal größer wie die obere Lichtweite. — Pedantiſche Benutzung der bis jetzt genannten Formeln iſt nicht notwendig; größere Höhe bei geringerer oberer Lichtweite iſt beſſer wie das umgekehrte Verhältnis.

Steinerne Schornſteine werden aus Radialſteinen gebaut, deren Radius der radial verlaufenden Stoßfugen wegen dem jeweiligen Kaminradius möglichſt genau angepaßt ſein ſoll. Unter 0,50 m obere Lichtweite kann man Schornſteine nicht von innen heraus bauen. Bei größeren Lichtweiten (über 2,0 m) kann man auf Radialſteine verzichten; man kann dann Normalſteine nehmen und dieſe im Kreuzverband vermauern. Radialſteine ergeben, da ſie äußerſt ſelten von den Ziegeleien als Läufer und Binder hergeſtellt werden, nur Kopf- oder Blockverband. Der Kreuzverband iſt vorzuziehen. Die Steine ſollen immer maſchinengeformte und im Ringofen möglichſt hartgebrannte Steine von höchſt erreichbarer Druckfeſtigkeit und desgleichen Gewicht ſein. Vollſteine mit rauher Lagerfläche, an welcher der Mörtel gut anhaften kann, ſind beſſer wie aus gleichem Material hergeſtellte großdurchlochte Steine, deren Löcher der Kaminbauer namentlich bei übernormaler Steindicke und bei etwas ſteifem Mörtel doch nicht mit Mörtel füllt, ſo daß dann die Mörtelzapfentheorie illuſoriſch wird. Für den Mörtel und deſſen Miſchungsverhältnis gelten die Vorſchriften der verſchiedenen Länder; lehmhaltiger oder ſonſtige Beimiſchungen enthaltender Sand iſt vollſtändig unbrauchbar, wogegen kriſtalliniſch ſcharfer Flußſand der beſte iſt. Gut gewaſchener Grubenſand kann zur Magerung eines zu ſcharfen Flußſandes dienen. Wenn Hochofenſchlackenſand zur Verfügung ſteht, ſo nehme man nur den grünfarbigen. Der Kalk muß gipsfrei und gut abgelöſcht ſein. Portlandzement ſetze man nicht mehr zu, wie der Druckfeſtigkeit wegen notwendig oder vorgeſchrieben iſt. Zement begünſtigt das Reißen des warmwerdenden Mauerwerkes. Ueberhaupt ſoll man nicht zu ängſtlich in der abſolut genauen Innehaltung der behördlicherſeits vorgeſchriebenen, meiſt zu ſcharfen Mörtelmiſchungen ſein, welche die Eigenarten des Kamines und ſeine Wärmeſpannungen nicht berückſichtigen. Die genaue Mörtelmiſchung ſollte abhängig gemacht werden von der Beſchaffenheit der von Fall zu Fall zur Verfügung ſtehenden Mörtelmaterialien, von der Witterung während der Bauzeit und von andern Faktoren, für deren richtige Berückſichtigung die Schornſteinbaufirma (man nehme nur eine Spezialfirma) aufzukommen hat. Die inneren Steigeiſen aus 20 mm ſtarkem Rundeiſen haben einen gegenſeitigen Abſtand von 40 cm.

Jeder Schornſtein ſollte zum beſſeren Schutz gegen Aufreißen ein beſonderes, mit dem eigentlichen Schornſteinmantel nicht verbundenes Futter haben. Abſoluter Schutz gegen Aufreißen wird durch ein Futter nicht gewährleiſtet. Bis zu 300—400° C. Futter aus den gleichen Radialſteinen, aus denen der Schornſtein gebaut wird; für höhere Temperaturen Futter aus radial geformten Schamotteſteinen, welche in den Stoßfugen mit Vor- und Rückſprung ineinander greifen ſollen. Schornſteine zum Ableiten ſaurer Gaſe bedingen beſondere Ausführungsarten, ebenſo ſolche für beſonders heiße Gaſe (z. B. bei Martinöfen). Hochtemperierte Schornſteine erhalten außer einem möglichſt hoch geführten Schamottefutter (Etagenfutter) auch noch außen mit ca. 1,40 m Abſtand beim Aufbau des Schornſteins umgelegte mehrteilige Bänder aus 80/8 bis 100/10 mm Flacheiſen. Bänder in das Mauerwerk einzumauern iſt unrichtig.

In vielen Fällen (Braunkohle, Hochöfen, Martinöfen u. dergl.) ſind Gasexploſionen im Kamin beobachtet worden, ſo daß dort, wo derartige Exploſionen von vornherein vermutet werden, die Anbringung einer nach außen aufſchlagenden, während des Betriebs dichten Exploſionsklappe zu empfehlen iſt.

Blitzableiter — Erdleitung bis ins Grundwaſſer zu führen — wenn möglich mit an die Spitze angeſchloſſener Kontrolleitung und an der Wetterſeite zu verlegen iſt empfehlenswert. Aeußere Steigeiſen, eventuell mit Schutzbügeln, ſind ebenfalls empfehlenswert. Eine Abdeckplatte iſt im allgemeinen nicht notwendig; bei ſauern Gaſen dagegen iſt eine Bleiabdeckplatte anzubringen. Die Fundierung iſt von den Bodenverhältniſſen abhängig. Auf aufgeſchütteten Boden darf nicht gebaut werden, ſelbſt wenn er noch ſo lange gelagert hat. Gewachſener Boden, abgelagerter Sand und Kies, Lehm und ähnliche Bodenarten ſind als gut zu bezeichnen; Felſen mit horizontaler Schichtung iſt der beſte Baugrund; bei ſenkrechter Schichtenlagerung iſt Vorſicht am Platze, falls der Schornſtein z. B. an den Rand eines Steilabhanges zu ſtehen kommen ſoll. Letten und Schwimmſand ſind an ſich ungeeignet; entweder macht man in ſolchem Falle das Fundament entſprechend tiefer, oder man verſtärkt den ſchwachen Baugrund durch Holz- oder Eiſenbetonpfahlroſte und verbreitert gleichzeitig das Fundament (Beton mit Eiſeneinlagen) derart, daß die Bodenbelaſtung minimal wird.

Zu allen Schornſteinbauarbeiten, Neubauten wie Reparaturen, von der erſten Projektierung an ſind Schornſteinbaufirmen oder Spezialfachleute heranzuziehen; Unterlaſſung rächt ſich oft ſchwer. Wenn Betriebsvergrößerungen vorauszuſehen, ſollten Kamin einſchließlich Fundament für ſpätere Möglichkeit einer ausreichenden Erhöhung möglichſt ohne Querſchnittsverringerung eingerichtet werden.

Die Koſten ſteinerner Schornſteine einſchließlich Fundament berechnen ſich im Durchſchnitt zu ungefähr: $H \cdot d_0 \cdot 125$ in Mark, wobei d_0 die obere Lichtweite in Metern iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Deutſchland beſtehen baupolizeiliche Vorſchriften in Preußen, Sachſen und Baden; an der Meeresküſte benutzt man die preußiſchen Vorſchriften mit der Aenderung, den Winddruck mit 200 kg/qm anzunehmen. Heſſen und Elſaß-Lothringen haben keine beſonderen Vorſchriften, akzeptieren aber die preußiſchen; Bayern und Württemberg haben ebenfalls keine Vorſchriften.

A. Preußen (Miniſterialerlaß vom 30. April 1902). Die Ermittlung der Druckbeanſpruchungen im Mauerwerk ſoll mit dem Winddruck $p = 125$ und 150 kg/qm durchgeführt werden. Dieſer Wert iſt für runde Schornſteine mit 0,667, für achteckige mit 0,71 und für quadratiſche mit 1,0 zu multiplizieren. Etwaiger Einfluß der Saugwirkung des Windes auf der Leeſeite des Schornſteines iſt in den vorgenannten Werten enthalten. Der Schutz durch umſchließende oder benachbarte Gebäulichkeiten wird nicht berückſichtigt. Als Angriffspunkt des auf den ganzen Schornſtein wirkenden Winddruckes W iſt der Schwerpunkt S des Schornſteins anzunehmen. Bei den nicht rund ausgeführten Schornſteinen iſt der Wind als über Eck wehend anzunehmen und ſind demgemäß die Widerſtandsmomente zu beſtimmen. Als Windfläche F gilt der lotrechte Schnitt durch die Mittellinie des Schornſteines, bei eckigen Schornſteinen rechtwinklig zu zwei gegenüberliegenden Flächen gemeſſen. Zugſpannungen im Mauerwerk und im Mörtel ſollen nicht auftreten; im Gegenteil ſollen rechneriſch die Lagerfugen auf der Windſeite unter Annahme von $p = 125$ kg/qm ſich maximal bis zur Schwerpunktsachſe öffnen dürfen. Die Haftfeſtigkeit des Mörtels am Mauerwerk in den Lagerfugen iſt demnach unberückſichtigt, ſo daß ein ſpäteres horizontales Aufreißen des Schornſteines keinen Nachteil auf die Stabilität desſelben ausübt. Die Vorausſetzung bezw. Bedingung des rechneriſchen „Klaffens“ der Lagerfugen iſt erfüllt, wenn $0{,}5 \cdot R_u + 0{,}25 \cdot r_u > a$, wobei $a = \frac{W \cdot S}{G}$, worin a der Ausſchlag der Mittelkraft aus Eigengewicht und Winddruck in Metern vom Schornſteinmittel aus horizontal gemeſſen, $W = F \cdot p \cdot 0{,}667$ bezw. 0,71 bezw. 1,0 in Kilogramm, G = Gewicht des Schornſteines über dem zu berechnenden Querſchnitt in Kilogramm, $\left.\begin{matrix} R_u = \text{äußerer Radius} \\ r_u = \text{innerer} \quad \text{„} \end{matrix}\right\}$ des zu berechnenden Querſchnittes in Metern iſt.

Das zur Beſtimmung von G eingeſetzte Einheitsgewicht γ in Kilogramm/Kubikmeter muß mit dem zu ermittelnden Einheitsgewicht des zu verwendenden Mauerwerkes genau übereinſtimmen; der Bauunternehmer hat die volle Verantwortung für die Richtigkeit ſämtlicher in die Stabilitätsberechnung eingeſetzten Werte. Die zugelaſſenen Beanſpruchungen des Mauerwerkes ſind: 1. Für gewöhnliches Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel (1 Teil Kalk auf 3 Teile Sand) bis zu 7 kg/qcm. 2. Für Mauerwerk aus Hartbrandſteinen in Kalkzementmörtel (1 Teil Zement, 2 Teile Kalk, 6÷8 Teile Sand) 12÷15 kg/qcm. Hartbrandſteine ſind Ziegel von mindeſtens 250 kg/qcm Druckfeſtigkeit. Bei feſteren Steinen und zementreicherem Mörtel können auf Grund einwandfreier Feſtigkeitsprüfungen an ganzen Mauerwerkskörpern auch höhere Druckbeanſpruchungen zugelaſſen werden, welche dann aber nur mit 150 kg/qm Winddruck zu ermitteln ſind, eine mindeſtens zehnfache Sicherheit haben ſollen und nicht über 25 kg/qcm ſteigen dürfen. (Bemerkung des Verfaſſers: In dieſem letzten Satze enthält der preußiſche Miniſterialerlaß eine bedauerliche Schwäche, die mit der Materie nicht vertraute Konſtrukteure zu nicht einwandfreien Konſtruktionen veranlaſſen kann — wobei letztere als den baupolizeilichen Vorſchriften entſprechend genehmigt werden müſſen — und die zu Beanſtandungen aus vorſichtigen Fachkreiſen Veranlaſſung gegeben hat.) 3. Schüttbeton der Fundamente 6÷8 kg/qcm Druckfeſtigkeit, Stampfbeton der Fundamente 10÷15 kg/qcm Druckfeſtigkeit. 4. Guter Baugrund bei 125÷150 kg/qm Winddruck in der Regel bis zu 3 kg/qcm, in Ausnahmefällen bis zu 4 kg/qcm Druckbeanſpruchung auf der Leeſeite.

Als Druckbeanſpruchungen ſind immer die aus Gewicht zuzüglich Winddruck berechneten ſogenannten Kantenpreſſungen auf der äußerſten Kante der Leeſeite anzuſehen; von dieſer äußerſten Kante ab nach der Windſeite zu nimmt die Druckbeanſpruchung gleichmäßig (angenommen) ab, bis ſie im ungünſtigſten Falle im Schornſteinmittel, jedenfalls aber im rechneriſchen Endpunkte des vorausgeſetzten Klaffens gleich Null wird.

B. Königreich Sachſen. Verordnung vom 22. April 1903. Für jeden Schornſtein über 12 m Höhe muß der Stabilitätsnachweis erbracht werden. p iſt mit $115 + 0{,}6 \cdot H$ in Kilogramm-Quadratmetern anzunehmen. Die Druckbeanſpruchung σ'' im Mauerwerk in Kilogramm/Quadratzentimetern darf in keinem Querſchnitte den Wert: $\sigma'' = \frac{k}{3} + 1{,}25 \cdot \frac{G}{f}$ überſteigen. Dabei iſt k für Mauerwerk in Kalkmörtel 8 kg/qcm, für Mauerwerk in verlängertem Zementmörtel 10 kg/qcm, für Mauerwerk in verlängertem Zementmörtel und in hartgebrannten Radialſteinen 12 kg/qcm, für die Fundamentſohle 3 kg/qcm, und f die Querſchnittsfläche in Quadratzentimetern. — Höhere Werte bis zu einem Zehntel der Mauerfeſtigkeit werden nur dann zugelaſſen, wenn die Mauerfeſtigkeit an ganzen Mauerwerkskörpern nachgewieſen iſt. Im übrigen ſind die Beſtimmungen ähnlich und ſinngemäß wie in Preußen.

C. Baden (Landesbauordnung vom 1. September 1907). Den Geſuchen um Baugenehmigung iſt Zeichnung und Standfeſtigkeitsberechnung in doppelter Ausfertigung beizufügen. Winddruck $p = 150$ kg/qm; in beſonders gefährdeten Lagen und bei Kaminen über 65 m Höhe kann für p ein höherer Wert gefordert werden. Der Nachweis der Stabilität und die Berechnung der Kantenpreſſungen hat ſich auf ſämtliche Abſatzfugen zu erſtrecken. Die größte Beanſpruchungsziffer ſoll unbedingt in der unterſten Fuge des unterſten Säulenabſatzes liegen, alſo dort, wo die Säule in den Sockel oder in das Fundament übergeht. Von dieſer Fuge aus ſollen die Beanſpruchungswerte in knickfreier, einzuzeichnender Kurve nach oben hin abnehmen, nach unten allmählich in den zuläſſigen Bodendruck übergehen. Verſchwächungen des Mauerwerkes durch Fuchsöffnungen ſind in der Berechnung zu berückſichtigen. Ein Futter wird nicht als tragender, wohl aber als belaſtender Teil angeſetzt. Die Erdauflaſt auf dem Fundamente

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

darf nicht in die Rechnung eingeſetzt werden. Bei windſeitig klaffend angenommenen Lagerfugen, bei gleichmäßiger Druckübertragung durch guten Mörtel, ſorgfältiger Herſtellung und genügender Abbindezeit des Mörtels ſoll die größte Druckbeanſpruchung σ'' in Kilogramm-Quadratzentimetern an der am ſtärkſten belaſteten Mauerkante nicht größer ſein als: $5 + 0{,}15 \cdot h$, wobei h die Höhe des Kamines über dem berechneten Querſchnitt iſt. Wird $\sigma'' > 12$ kg/qcm, ſo kann der Nachweis verlangt werden, daß die Steine mindeſtens 250 kg/qcm Druckfeſtigkeit haben und daß (bei Anwendung verlängerten Zementmörtels von 1 Teil Zement, 2 Teilen Kalk und 6÷8 Teilen Sand) nach 28 Tagen Abbindezeit der Mauerwerkskörper eine Druckfeſtigkeit von mindeſtens 150 kg/qcm beſitzt. Ueber 15 kg/qcm ſollen die Druckbeanſpruchungen bei 150 kg/qm Winddruck in keinem Falle ſteigen. Bei fettem Kalkmörtel, 1 Teil Kalk auf 3 Teile Sand, ſind höchſtens 7 kg/qcm Druckbeanſpruchung zuläſſig. Steine unter 250 kg/qcm Druckfeſtigkeit ſind unzuläſſig. Für Stampfbeton (Schüttbeton wird nicht geſtattet) ſind 15 kg/qcm Druckbeanſpruchung zuläſſig, wenn Miſchung 1 Teil Zement auf 8 Teile Kies und Sand. Höchſt zuläſſige Kantenpreſſung des Baugrundes 2,50 kg/qcm, wobei auf der Windſeite noch Druckſpannung vorhanden ſein ſoll. Bei ſchlechtem Baugrund ſind entſprechend geringere Ziffern vorgeſchrieben, eventuell Pfahlroſt oder dergl. Vom Kaminkopf bis zu der Lagerfuge direkt über Fundament iſt ferner der kritiſche Winddruck P in Kilogramm/Quadratmetern, das iſt der Winddruck, der den Kamin umwerfen kann, zu berechnen und ſind deſſen für die einzelnen Abſatzfugen ermittelten Werte ebenfalls in die Zeichnung in Form einer Kurve einzutragen, welche knickfrei und ferner derart verlaufen ſoll, daß ihr kleinſter Wert in derjenigen Lagerfuge liegt, welche den höchſten Wert von σ'' hat. Für den „kritiſchen Winddruck“ P gilt: $P = \frac{G \cdot R_u}{k \cdot F \cdot S}$, worin $k = 0{,}667$ bezw. 0,71 bezw. 1,0 iſt. Selbſt für kleinſte Kamine ſoll $P > 250$ kg/qm ſein. Für Erhöhungen vorhandener Kamine ſind die gleichen Nachweiſe wie für Neubauten zu erbringen. Obere Mindeſtwandſtärke 12 cm für eckige und 15 cm für runde Querſchnitte; unten Mindeſtwandſtärke $= H + 15$ in Zentimetern (z. B. Schornſteinhöhe über Terrain $H = 50$ m, dann untere Wandſtärke mindeſtens $50 + 15 = 65$ cm). Im übrigen ſinngemäß wie in Preußen.

Oeſterreich-Ungarn (Erlaß des K. K. Miniſteriums des Innern vom 24. März 1902). Projektzeichnung im Maßſtabe 1:100 mit ſämtlichen irgendwie wiſſenswerten Maßen iſt der rechneriſch oder graphiſch durchzuführenden Stabilitätsberechnung beizufügen. Die Stabilitätsberechnung muß ſich auf ſämtliche Abſatzfugen in der Säule, auf die unterſte Säulenfuge, auf die unterſte Sockelfuge direkt über dem Fundamente und auf die Baugrundſohle erſtrecken. Die angenommene Gewichtseinheit der Baumaterialien muß den tatſächlichen Gewichten entſprechen. Beträgt für Mauerwerk aus gewöhnlichen Mauerziegeln dieſes angenommene Gewicht mehr als 1600 kg/cbm und für Mauerwerk aus Radialſteinen mehr als 1700÷1800 kg/cbm, ſo bleibt es der prüfenden Behörde vorbehalten, den amtlichen Nachweis für die Richtigkeit des Einheitsgewichtes zu verlangen; bei Innehaltung der vorgenannten Gewichte wird in der Regel ein beſonderer Nachweis nicht gefordert werden. Bei Mauerwerk aus gewöhnlichen Mauerziegeln ſind ein Drittel des gemauerten Kubikmeters als Mörtelgewicht und zwei Drittel als Steingewicht anzunehmen. Das Gewicht des Radialſteinmauerwerkes iſt durch Aufbau und ſpätere Abwägung eines Probemauerwerkskörpers von 1 cbm Inhalt und von normaler Fugung zu ermitteln, wobei das Mörtelwaſſer genau zu wiegen und von dem Mauerwerksgewichte des friſchen Probekörpers in Abzug zu bringen iſt. Mörtelgewicht kann mit 1500÷1600 kg/cbm angeſetzt werden. Bei Annahme eines höheren Mörtelgewichtes iſt der Bauunternehmer verpflichtet, die Richtigkeit ſeiner Annahme zu beweiſen. Der Winddruck ſoll in der Regel mit 150 kg/qm angenommen werden. In Gegenden, deren Bauordnungen keinen Winddruck feſtſetzen, iſt ein über 150 kg/qm liegender Winddruck anzunehmen, wenn dieſer für die betreffende Gegend mehr als 150 kg/qm erfahrungsgemäß beträgt. Als windgeſchützt ſind nur diejenigen Teile des Schornſteines zu betrachten, die unterhalb des Dachſtuhles, innerhalb der Hauptgebäudemauern liegen oder Teile dieſer Hauptmauern bilden. Der kritiſche Winddruck iſt mit mindeſtens 300 kg/qm anzunehmen, falls die Bauordnungen anderweitige Vorſchriften nicht feſtſetzen. Die Koeffizienten ſind wie in Deutſchland 0,67, 0,71 und 1,0. Bei Schornſteinen bis zu 30 m Höhe kann im Säulenmauerwerke eine Zugſpannung von höchſtens 1,20 kg/qcm zugelaſſen werden, jedoch iſt dieſelbe für jeden Meter Mehrhöhe um 0,05 kg/qcm zu verringern. Im Baugrund darf keine Zugſpannung auftreten. Als Druckſpannung iſt höchſtens ein Zehntel der Feſtigkeit der Steine und des Mörtels zuzulaſſen. Die Kantenpreſſung ſoll aber in der Regel unter Einwirkung von Gewicht und Winddruck im Säulenmauerwerk bei Verwendung gewöhnlicher Mauerziegel 8 kg/qcm und bei Radialſteinen 12 kg/qcm nicht überſteigen. Radialſteine müſſen immer maſchinengepreßte und im Ringofen gebrannte Steine ſein. Wenn größere Druckbeanſpruchungen gefordert werden, ſo iſt nachzuweiſen, daß das zur Verwendung gelangende Material, Ziegel und namentlich Mörtel, dieſen Preſſungen entſpricht. Die zugelaſſene Materialinanſpruchnahme darf in keinem Querſchnitte überſchritten werden. Die Belaſtung des Baugrundes darf ſein bei: 1. ſehr feuchtem Lehm und Tegel ſowie bei Sand von mindeſtens 1 m Mächtigkeit, jedoch gegen Ausweichen geſchützt, 1,50 kg/qcm; 2. ſandigem, feſtem Schotter von geringer Mächtigkeit oder wechſelnder geneigter Lagerung, jedoch ſtehendem oder teilweiſe ſtehendem und gegen Ausweichen geſchütztem Lehm und Tegel 2,50 kg/qcm; 3. feſtgelagertem, grobkörnigem Schotter, dann bei Plattelſchotter von großer Mächtigkeit und bei liegendem, trockenem Lehm und Tegel, 3,50 kg/qcm. — Zum Schornſteinbau ſoll nur ausgeſuchtes — namentlich Ziegel — Material verwendet werden und gibt der öſterreichiſche Erlaß für die Qualität der Materialien, über Abſatzhöhen, Wandſtärken, Futter, Steigeiſen, Betonſohle u. ſ. w, überaus umfangreiche Vorſchriften, die am beſten aus der eingangs genannten Veröffentlichung entnommen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Alle Schornſteine werden im Laufe der Jahre reparaturbedürftig. Reparaturarbeiten an Schornſteinen können ohne Betriebsunterbrechung vorgenommen werden, jedoch ſoll man zu dieſen Arbeiten nur Spezialfirmen heranziehen. Erhöhungen können ebenfalls während des Betriebes erledigt werden, jedoch vergewiſſere man ſich vorher, ob durch die Erhöhung nicht der obere Querſchnitt derart verengt wird, daß der Nutzen der Erhöhung wieder illuſoriſch gemacht wird. Ganz zu beſeitigende Schornſteine werden abgetragen oder geſprengt oder durch ſogenanntes Abbrennen oder auch von Hand umgeworfen. Das einfache Abtragen iſt am teuerſten und ergibt wenig noch brauchbares Steinmaterial. Das Sprengen ergibt ebenfalls ſehr wenig noch brauchbares Steinmaterial und iſt trotz Hinzuziehung im Sprengen geübter Mannſchaften erfahrungsgemäß immer gefährlich für die Nachbarſchaft. Beim Abbrennen wird der Schornſtein unten angebrochen und die entſtehende Lücke mit Brennmaterial ausgefüllt; hierbei fällt nach dem Wegbrennen des Brennmateriales der Schornſtein in eine vorher beſtimmte Richtung, wobei ein großer Poſten Steine ganz und zu weniger wichtigen Bauzwecken verwendbar bleibt. Bei dem Abbrennen hat man die gleichmäßige Brenngeſchwindigkeit aber nicht in der Gewalt, ſo daß auch dieſes Verfahren nicht vollſtändig ſicher iſt. Mit vollſtändiger Sicherheit kann man einen Schornſtein auf einen vorher beſtimmten Platz, der unter Umſtänden nur wenig länger und breiter zu ſein braucht, wie der Schornſtein hoch und dick iſt, nur von Hand hinlegen. Bei dieſem Verfahren wird der Schornſtein angehauen, ähnlich wie beim Baumfällen; er wird in ein labiles Gleichgewicht mit einziger Fallmöglichkeit in die beſtimmte Richtung gebracht und zum Schluß fällt er nach Löſen der letzten Steine, hierbei ſehr viele Steine nicht beſchädigend, ſo daß dieſe wieder verwendet werden können. Dieſes Verfahren verdient deshalb wegen der Sicherheit, der geringeren Koſten und des Steinwertes den Vorzug.

Standfeſtigkeitsberechnung eiſerner und Eiſenbetonſchornſteine iſt nach vorſtehenden Grundſätzen und Vorſchriften unter Anwendung der paſſenden Formeln vorzunehmen. Für eiſerne, immer zu verankernde Schornſteine iſt zu beachten: Das Material der den Schornſtein umfaſſenden Verankerungsringe, an welche die Zuganker angreifen, ſoll nicht über 750 kg/qcm beanſprucht werden. Die Verankerung erfolgt in der Regel durch einen, in zwei Dritteln der Höhe und höher gelegten Verankerungsring, von welchem die Zuganker (Ketten, Rundeiſen, Drahtſeile) ſchräg nach unten zum Erdboden geführt werden, wo ſie in entſprechender Weiſe verankert werden. Bei größeren Blechkaminen nimmt man zwei in verſchiedenen Höhenlagen übereinander liegende Verankerungsringe, von denen der untere vielleicht in zwei Fünfteln und der obere in vier Fünfteln der Höhe (oder beide höher) liegen. Die Hauptwindrichtung ſoll möglichſt zwiſchen zwei benachbarte Zuganker fallen. Wenn der Zuganker ſenkrecht zur Längsrichtung eines in die Erde eingerammten Pfahles dieſen letzteren beanſprucht, ſo ſoll des letzteren Querſchnitt in Quadratzentimetern mindeſtens gleich der Zugankerſpannung in Kilogramm ſein. Wird der Zuganker an einem Mauerwerkskörper, Betonklotz, Steinquader oder dergl. befeſtigt, ſo ſoll deren Gewicht mindeſtens doppelt ſo groß wie die Zugankerſpannung in Kilogramm ſein. Aus mehreren Einzelſtücken zuſammengehakte Zuganker aus Rundeiſen oder dergl. ſind zu verwerfen. Bei hohen eiſernen Schornſteinen ſollten am Kopfe desſelben Rollen mit Drähten angebracht ſein, damit der Schornſtein von außen mittels Hängegerüſtes jederzeit leicht unterſucht, angeſtrichen und repariert werden kann. Eiſerne Schornſteine mit hohen Gastemperaturen müſſen ein feuerfeſtes Futter erhalten. Lebensdauer eiſerner Schornſteine nicht groß, Reparaturkoſten hoch.

Alle Schornſteine ſind hinſichtlich ihrer Zugſtärken abhängig von verſchiedenen Faktoren, z. B. Rauchgastemperaturen, Art und Gewicht der Rauchgaſe, Barometerſtand, Windrichtung und Windſtärke, Lufttemperatur, Jahreszeit u. ſ. w. In gleicher Weiſe ſind demnach die an einen Schornſtein angeſchloſſenen Feuerungen von dieſen Faktoren abhängig, und ſo kommt es, daß der Leiſtung eines Schornſteines beſtimmte Grenzen gezogen ſind, die auf Grund phyſikaliſcher Geſetze einfach nicht überſchritten werden können. Anderſeits würden aber die an den Schornſtein angeſchloſſenen Feuerungen viel leiſtungsfähiger ſein, wenn dieſe Grenzen nicht beſtünden. Man hat nun ſeit einigen Jahren ein Mittel zur Verbeſſerung des natürlichen Zuges eingeführt, und zwar den ſogenannten direkten künſtlichen Zug und den indirekten künſtlichen Zug. Bei dem direkten Verfahren wird ein beſonders konſtruierter Ventilator zwiſchen Rauchkanal und Schornſtein derart eingebaut, daß die Rauchgaſe aus dem Rauchkanal heraus und durch den Ventilator hindurch in den genügend hohen und weiten Schornſtein geleitet werden. Durch entſprechende Größenbemeſſung des Ventilators hat man es in der Hand, faſt beliebig große Rauchgasmengen zu bewältigen, jedoch findet auch dieſes direkte Verfahren an einigen phyſikaliſchen Geſetzen ſeine Grenze. Aus dieſen Gründen iſt das indirekte Verfahren auf alle Fälle vorzuziehen. Dasſelbe beruht darauf, daß mittels eines Ventilators normaler Bauart Luft von beſtimmter Spannung durch düſenförmige Oeffnungen von durch Verſuche und Erfahrung beſtimmter Form in das Abzugsrohr geblaſen und dadurch ein Unterdruck in der jeweilig nötigen Höhe erzeugt wird. Die Abgaſe kommen dabei, im Gegenſatz zu dem direkten Verfahren, mit dem Ventilator in keinerlei Berührung. Die hierdurch erzielte Zuverläſſigkeit des Betriebes, welche alle Notbehelfe der direkten Abſaugung, wie waſſergekühlte Lager, Steinzeugflügel, Auskleidung der Ventilatoren mit Blei u. ſ. w., fortfallen läßt, vereint ſich mit einer großen Betriebseinfachheit. Man kann z. B. bei Dampfanlagen bei geringem Dampfbedarf mit dem natürlichen Schornſteinzuge arbeiten und bei Forcierung des Betriebes durch einfaches Einſchalten des Ventilators ohne weiteres den verſtärkten künſtlichen Zug in Funktion treten laſſen. Die Keſſel können bis an die äußerſte Grenze ihrer Leiſtungsfähigkeit ausgenutzt werden und wird in praxi tatſächlich eine Steigerung ihrer Dampfleiſtung um 100% und mehr gegenüber ihrer Leiſtung bei natürlichem Zuge und ohne Nachteil für die Oekonomie durch das indirekte Verfahren vielfach erzielt. Zu den geringen Anſchaffungskoſten der Anlagen tritt ferner der Vorzug eines geringen Kraftbedarfes. Während ein gemauerter Schornſtein wie

bekannt zur Erzeugung eines Unterdruckes von nur 15–20 mm ebenſoviele Prozente und mehr der verfeuerten Kohlenmenge verbraucht, wird dieſe Schornſteinarbeit durch das genannte Verfahren mit einem Kraftaufwande von nur $^1/_2$—1 % der verbrannten Kohlenmenge erzielt. Auch gegenüber der direkten Abſaugung der Rauchgaſe tritt dieſer geringe Kraftverbrauch mehr in die Erſcheinung. Selbſt die denkbar geringwertigſten Brennmaterialien können bei Anwendung des indirekten künſtlichen Zuges in vorteilhafteſter Weiſe verfeuert werden. Daß dies eine erhebliche Erſparnis im Betrieb bedeutet, liegt auf der Hand. Es wurden z. B. bei einem amtlichen achtſtündigen Verſuche durchſchnittlich 447 kg qm Roſtfläche und Stunde einer erdigen Braunkohle von nur 2466 W.E. bei einem Kohlenſäuregehalt der Rauchgaſe von 12,42 % und einem Sauerſtoffgehalt von 7,29 % verfeuert, wobei die Verbrennung zeitweiſe bis auf über 500 kg ſtieg. Während bei natürlichem Schornſteinzuge beſonders im Sommer die häufig notwendig werdende Ausſchaltung der Economiſer unliebſam empfunden wird, fällt dieſer Uebelſtand beim künſtlichen Zuge fort. Nicht nur können die Economiſer unabhängig von jeder Witterung ſtändig im Betriebe gehalten werden, ſondern auch der Wirkungsgrad derſelben erhöht ſich in auffälliger Weiſe. Dasſelbe iſt der Fall bei den Ueberhitzern, welche dabei ſtets Dampf von höchſtzuläſſiger Temperatur und ſtets gleichmäßiger Spannung liefern. Die Schwierigkeiten des Anheizens und der durch dasſelbe verurſachte bedeutende Kohlenverbrauch fallen ebenfalls fort, wie auch durch die innige Vermiſchung der Rauchgaſe mit der durch den Ventilator eingeblaſenen Saugluft vor ihrem Austritt aus dem Kamin ein leichteres rauchfreies Arbeiten gewährleiſtet wird. Die Inſtallation des künſtlichen Zuges iſt ſehr einfach. Eine derartige Anlage beanſprucht außerdem wenig Platz und kann wegen ihrer Leichtigkeit überall, eventuell direkt auf den Keſſeln aufgeſtellt werden, was beſonders dort ins Gewicht fällt, wo der Bodenbeſchaffenheit wegen, wie auch in Bergwerksgegenden, der Aufbau gemauerter Kamine bedenklich erſcheint. Außer zur Erzeugung bezw. Verſtärkung des Feuerungszuges dient das Verfahren auch zur Abſaugung ſäurehaltiger und ſonſtiger Dämpfe. Es findet hierfür z. B. in Pulver-, Kunſtſeide-, Schwefelſäure-, Chlorkalk- u. ſ. w. Fabriken, chemiſchen Laboratorien, Akkumulatorenräumen, Verzinnereien, Verzinkereien, Blech- und andern Beizereien, Gold- und Silberraffinerien, Salz- und Salpeterſäurefabriken u. ſ. w. ein ausgedehntes Anwendungsgebiet. Da der Ventilator mit den abzuſaugenden Rauchgaſen nicht in Berührung kommt, ſondern lediglich Friſchluft befördert, ſo reſultiert hieraus auch für dieſe Anwendungsform eine unbeſchränkte Betriebsſicherheit und Haltbarkeit der Apparate ſowie ferner eine erhebliche Verdünnung der abzuſaugenden Gaſe, was als hygieniſches Moment ſowie hinſichtlich der Vermeidung von Entſchädigungen für Flurſchäden nicht hoch genug veranſchlagt werden kann. *C. Gaab.*

2. **Schornſteine in Wohngebäuden.** Für die verſchiedenen Heizungsweiſen dienen zwei Arten von Schornſteinen: a) weite oder ſteigbare und b) enge oder ruſſiſche. Die erſteren waren in Wohngebäuden früher üblich und ca. 45 cm im Geviert weit (ſ. Fig. 1); ſie geſtatten dem Schornſteinfeger, durch Anſtemmen des Körpers an den Wänden im Innern aufzuſteigen und den Ruß abzukratzen. Zum Einſteigen dient eine am unteren Ende angebrachte, mit Blechtüre verſchließbare Oeffnung von 42 : 70 cm Weite, oder aber ein ſogenanntes Vorkamin, welches zur Heizung der Zimmeröfen von außen dient, wodurch Aſche und Staub vom Wohnraum ferngehalten, aber auch eine durch den Zug des Ofens bewirkte Lufterneuerung verhindert wird. Der weite Querſchnitt war geboten durch das allgemein übliche Brennmaterial: das Holz, das beſonders in feuchtem Zuſtande einen ſehr ſtarken Rauch erzeugt. Da nun aber bei der immer ſteigenden Verwendung von Steinkohlen und Brennſtoffen (ſ. Bd. 2, S. 277 ff.), welche weniger Rauch erzeugen, die alten Heizungsweiſen neueren rationellen Ofenſyſtemen gewichen ſind, ſo kommen heute ausſchließlich zur Anwendung: die engen oder ruſſiſchen Schornſteine in Querſchnitten von 14 : 14 cm, 18 : 18 cm, 18 : 25 cm bis zu 25 : 25 cm Weite, letzteres bei Küchen, Waſchküchen u. dergl. (ſ. Fig. 2—5).



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

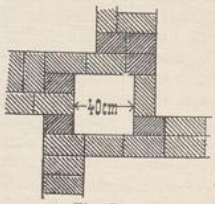


Fig. 5.

Sie ſind ſo anzulegen, daß ſie zur Rauchabführung von ein bis drei Oefen je eines Stockwerkes dienen. Dies iſt um ſo nötiger, als bei den neueren Brennſtoffen ein Austreten von Heizgaſen in die Wohnräume eine hohe Gefahr für das Leben oder die Geſundheit der Bewohner herbeiführen kann, daher das Einführen von Ofenheizungen oberer, in die Schornſteine unterer Stockwerke vermieden werden muß. Es ſind demnach bei mehrſtöckigen Gebäuden ebenſo viele enge Schornſteine nebeneinander anzuordnen als Stockwerke mit heizbaren Räumen vorhanden ſind. — Dieſe Schornſteine werden, ſoviel tunlich, in die Scheidemauern gelegt und vom Keller an über Dach geführt. Es iſt zu vermeiden, ſie in die Umfaſſungsmauern zu verlegen, um die Einwirkung der Außenluft, d. h. eine Abkühlung tunlichſt abzuhalten; ebenſo aber auch, weil die Aufführung über Dach eine ſehr hohe werden müßte, um einen guten Zug zu erhalten. Um letzteren zu fördern ſowie um Schneeanſammlungen hinter dem Schornſtein zu verhüten (Sattel), ſollte dieſer tunlichſt nahe an der Dachfirſt austreten und dieſe etwa um 0,60 m überragen. Um dies bei ſeitlich liegenden Schornſteinen zu erreichen, ſind dieſe zu ſchleifen (ſ. Fig. 6 und 7), d. h. ſchräg aufzuführen und im freien Dachraum durch

Backſteinzungen zu unterfangen oder gegen einander zu ſtützen. Die Schornſteinwände werden aus gewöhnlichen Backſteinen, meiſt $^1/_2$ Stein ſtark, aus möglichſt ganzen Steinen (Schornſteinverband) in Kalk- oder Lehmmörtel ausgeführt. Die Innenwände ſind mit der Kelle glatt geſtrichen (auch durch Klotz oder Walze); die Außenwände rauh beſtochen. Ueber Dach ſind die Mauern in ſauberen Backſteinen mit Zement zu mauern und auszufugen, mit einem Steinkranz abzudecken und der Dachanſchluß mit Blech einzubinden. — In Scheidemauern von $1^1/_2$ Stein und mehr Stärke treten die Schornſteine nicht vor die Mauerflucht. In 1 Stein ſtarken kann dies nicht umgangen werden (ſ. Fig. 3), außer durch runde Schlote aus Formſteinen erſtellt (vgl. Kaminſteine, Bd. 5, S. 311, und Fig. 8 und 9) oder durch im Innern glaſierte Tonröhren, die durch gute Reinhaltung und Verminderung der Feuersgefahr ſich auszeichnen. — Bei $^1/_2$ Stein ſtarken Wänden (Fachwand) ſoll der Schornſtein für ſich und von den Grundmauern aus getrennt von der Wand aufgeführt werden, um die Feuersgefahr, die durch ungleiche Senkung der Riegelwand und dadurch entſtehende Riſſe im Schornſtein eintreten kann, zu verhüten (ſ. Fig. 10). Aus demſelben Grunde ſollen die nächſten Wandpfoſten oder Hölzer 0,60 m entfernt ſein und ein 3 cm weiter Zwiſchenraum zwiſchen Schornſtein und den umgebenden Balken und Wechſeln, durch Dachziegel und Lehm ausgefüllt werden. — Die **Reinigung** der Schornſteine geſchieht vom höchſten Punkte aus: entweder von außen, wozu eine Ausſteigöffnung in der Nähe der Schornſteine mit Zugang anzuordnen iſt, oder durch eine Oeffnung nahe unter der Dacheindeckung. Dieſe Oeffnung iſt mit einer ſogenannten Putztüre aus Eiſen zu ſchließen, die aus zwei Flügeln beſteht, welche, hintereinander liegend, in die Falze eines eiſernen Rahmens ſich legen, der in der Wand feſt eingemauert iſt. Solcher Putztüren muß jeder Schornſtein zwei erhalten, eine oben und die andre am unteren Ende, wo der Ruß zu entfernen iſt. Dieſe letztere iſt im Keller (etwa 70 cm über Boden) angebracht, wodurch die bewohnten Räume rein erhalten bleiben.



Fig. 8.

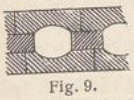


Fig. 9.

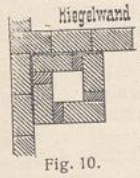


Fig. 10.

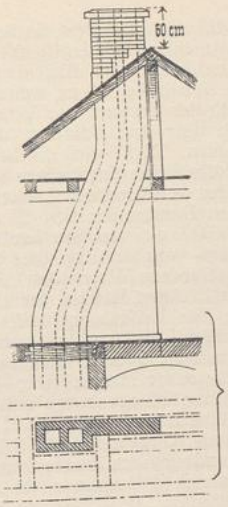
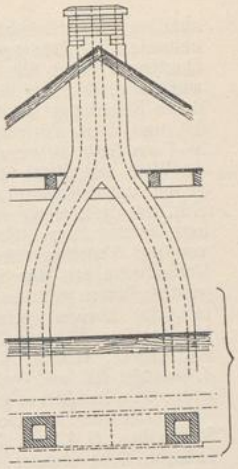


Fig. 6 und 7.



Literatur: [1] Grashof, F., Theoretiſche Maſchinenlehre, Bd. 1, S. 955 ff., Leipzig 1875; Ferrini, R., Technologie der Wärme, Kap. 7, Jena 1878. — [2] Reiche, H. v., Anlage und Betrieb der Dampfkeſſel, 3. Aufl., Leipzig 1891. — [3] Müller-Breslau, Graphiſche Statik der Baukonſtruktion, 2. Aufl., Leipzig 1887—91; Pinzger, Ueber die Stabilität von Fabrikſchornſteinen, Notizblatt des Arch.- u. Ing.-Ver. für Niederrhein-Weſtfalen, Köln 1877; Pietzſch, Der Fabrikſchornſtein, Freiberg 1896. — [4] Baukunde des Architekten, Bd. 1, Teil 1, Berlin 1893; vgl. a. die Stichworte Schornſtein und Rauch in der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. — [5] Breymanns Allgem. Baukonſtruktionslehre, Bd. 1, Konſtruktionen in Stein, 6. Aufl. von O. Warth, Leipzig 1896. — [6] Gottgetreu, R., Lehrbuch der Hochbaukonſtruktionen, 1. Teil, Maurer-Steinmetzarbeit, Berlin 1880, S. 70. — [7] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 1, Darmſtadt. — [8] Gießerei-Ztg. 1908, S. 563 (Schornſteine aus Eiſenbeton).

Weinbrenner.

Schornſteinmantel, 1. f. v. w. Kaminſchoß oder -buſen, Rauchfang, Schurz, frühere Einrichtung über offenen Herdfeuern, um den aufſteigenden Rauch zu ſammeln und über Dach zu leiten. 18 cm ſtarke Schurzhölzer oder eiſerne Winkelſchienen bildeten die Auflage für eine Mauerung ſchräg oder buſig geſtellter Backſteine, die außen und innen verputzt wurden. Die neuere Heizungsweiſe macht ihn entbehrlich 2. Ein zweiter Schornſtein im Innern hoher Fabrikſchornſteine, der in geringem Abſtand von der Außenwand mit dazwiſchenliegender Luftſchicht auf eine gewiſſe Höhe ausgeführt wird, um die ſchädliche Wirkung der Außentemperatur und der hocherhitzten Gaſe im Innern auf das Mauerwerk abzuhalten. Um das Reißen des Mauerwerks zu verhindern, iſt dem Mantel eine freie Bewegung zur Ausdehnung zu ſichern.

Schornſteinverband, ſ. Läuferverband.

Schoßrinne, rinnenartiges Kehlblech neben Dachfenſtern, Schornſteinen u. ſ. w. zur Verwahrung gegen Einregnen.

Schott, hölzerne oder ſtählerne Wand, welche den inneren Raum eines Schiffes in verſchiedene Abteilungen trennt und Räume — Laderäume, Keſſelräume u. ſ. w. bezw. Kammern, Kammerſchotte — begrenzt; ſ. Schiffbau.

Schotter oder Steinſchlag, auch Kleingeſchläg genannt, iſt das von Hand oder durch Steinbrechmaſchinen zerkleinerte Steinmaterial, welches zur Befeſtigung der Oberfläche der Steinſchlagbahnen dient.

Der von Hand geſchlagene Schotter iſt gleichmäßiger, aber etwa doppelt ſo teuer als der durch Maſchinen [1] gewonnene, bei welch letzterem allerdings viel Grus und Splitter

abfallen, so daß ohne ein nachträgliches Sortieren desselben durch Siebe seine Verwendung besonders für Decklagen nicht zu empfehlen ist. Auch wird die Kohäsion des Materials beim Quetschen durch die Brechbacken der Maschine gelockert, so daß die Stücke selbst weniger widerstandsfähig werden. Am besten ist es, wenn möglichst würfelförmige Stücke erzielt werden, deren Seitenlänge je nach der Schwere des Verkehrs und je nach dem Steinmaterial zwischen 3,5 und 5 cm schwankt. Für den Unterbau der makadamisierten Straßen sind Würfel von 5—7 cm Seite zu verwenden. Meist wird die Steingröße durch die Straßenbauverwaltungen in der Weise festgesetzt, daß die Steine durch einen Ring, die sogenannte „Lehre", gerade hindurchgehen, und bestehen in den verschiedenen Ländern hierfür verschiedene Vorschriften. In Baden z. B. hat dieser Ring einen Durchmesser von 4,5 cm im Lichten, im Elsaß 4—6 cm, in Württemberg 5 cm u. s. w. Die Güte des anzuwendenden Materials für Steinschlag hängt wesentlich von der Verkehrsgröße und von der Lage der Straße ab. Man hat durch Beobachtung von Versuchsstrecken für verschiedene Materialien „Wertziffern" (Koeffizienten) [3] abzuleiten gesucht, durch welche das richtige Material für eine bestimmte Straßenstrecke festgestellt werden soll. Im übrigen geben die Versuchsergebnisse der Materialprüfungsanstalten einen Anhalt. Neffenius [2] unterscheidet 1. fest und gut bindend: Basalt, Porphyr, Granit, Urkalk; 2. fest und mager: Gabbro, Grünstein, Syenit, Hornblende, Quarzfels, Grauwacke, Keupersandstein; 3. weniger fest und gut bindend: Muschelkalk; 4. weniger fest und mager: Buntsandstein und andre lose Sandsteine (s. a. Beschotterung und den folgenden Artikel).

Literatur: [1] Deutsche Bauztg. 1872, S. 221, und 1877, S. 161 und 171; Ahlburg, Der Straßenbau, S. 122; v. Kaven, Wegebau, S. 232 Anm.; Osthof, Wege- und Straßenbau, Leipzig 1882, S. 269; Krüger, Handbuch des Straßenbaues, Jena 1881, S. 139; Leibbrand, Zeitschr. f. Bauw. 1889. — [2] Handbuch d. Baukunde, Abt. 3, Heft 4, Berlin 1892, S. 177. — [3] v. Willmann, Fortschr. d. Ing.-Wissensch., II, 4, Leipzig 1895, S. 25; Handb. d. Ing.-Wissensch., 1. Teil, Bd. 4, 4. Aufl., Leipzig 1907, Kap. I, S. 125.

L. v. Willmann.

Schotterprüfungen bezwecken die Erprobung von Kies (natürlicher Schotter) oder von Kleinschlag (von Hand oder maschinell zertrümmertes Gestein) auf Verwendbarkeit zur Straßenbefestigung (Chausseen) oder als Bettungsmaterial im Eisenbahnbau.

Die Güte des Schotters ist hierbei abhängig von der Form und Größe der einzelnen Stücke sowie von deren Festigkeit, d. h. im Straßenbau von dem Widerstande gegen Zertrümmern unter den Stößen der Wagenräder und den Hufschlägen der Zugtiere, und als Bettungsmaterial von dem Widerstande gegen den Druck der Schwellen. Von Bedeutung ist hierbei auch der Widerstand des Materials gegen die Einflüsse von Feuchtigkeit und Frost. Form und Korngröße bedingen die Güte des Schotters insofern, als sie zu mehr oder weniger dichter Lagerung und daher Verschiedenheiten in der Durchlässigkeit des Bettes führen; regelmäßige Stücke neigen ferner weniger zu Absplitterungen und Schlammbildungen als zackige. Die in dieser Beziehung an den Schotter zu stellenden Anforderungen richten sich nach der beabsichtigten Verwendung und beruhen meist auf Erfahrungszahlen, die bei Probebettungen gewonnen sind. Im Straßenbau werden hiernach die einzelnen Lagen aus Material verschiedener Korngröße gefertigt, wobei das feinste Material zu der untersten und das gröbste zu der obersten Schicht, der Decklage, verwendet wird. Als Eisenbahnoberbaumaterial hat sich Schotter mit Korngrößen von 20—50 mm am besten bewährt. Die Prüfung der Korngröße erfolgt entweder mittels Ringen von bestimmter lichter Weite oder durch Siebversuche unter Verwendung von Sieben mit bestimmten Maschenweiten, die das Mengenverhältnis des Schotters an Stücken verschiedener Korngröße zu ermitteln gestatten. Zu beachten ist hierbei, daß das Ergebnis der Siebversuche nicht nur von der Gleichmäßigkeit der Siebe, sondern auch von deren Neigung sowie von der Intensität ihrer Bewegungen abhängt.

Das älteste Verfahren zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Straßenschotter gegen Zertrümmern durch Schleifen und Stoßen ist das französische von Deval [1]. Die Beanspruchung der Schotterprobe erfolgt in Schütteltrommeln, von denen mehrere (bis zu vier) mit derselben Welle verbunden sind. Durch Siebversuche wird festgestellt, um wieviel die Korngröße nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen abgenommen hat. Das Material wird zum Versuch zunächst gewaschen und auf Sieben von 60 mm Maschenweite von allen größeren Steinen befreit. Dann werden 5 kg in jede Trommel aufgegeben. Die Umdrehungszahl beträgt 35 in der Minute. Nach 10000 Umdrehungen (5 Stunden) werden die Trommeln entleert und das Material von neuem gewaschen und nach dem Trocknen auf Sieben mit 1,6 mm Maschenweite abgesiebt. Das durchgehende feine Material wird gewogen und seine Menge in Hundertteilen des ursprünglichen Gesamtgewichtes als Grad der Abnutzung bestimmt. Die Versuche können nur relative Werte ergeben, man hat daher stets Parallelversuche mit einem bekannten Vergleichsmaterial anzustellen. Deval schreibt hierfür Porphyr vor. — In Frankreich und Bayern sind nach diesem Verfahren verschiedene Gesteinsarten untersucht, dann aus ihnen Probestraßen angelegt und an diesen Beobachtungen hinsichtlich des Verhaltens der Gesteine gegen gleiche Betriebsbeanspruchungen angestellt. Auf diese Weise sollen bestimmte Beziehungen zwischen den Versuchsergebnissen und dem Verhalten des Schotters im Betriebe gewonnen sein, die es ermöglichen, unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Betriebsinanspruchnahme im voraus festzustellen, wieviel Material zur Instandhaltung der Straßen notwendig ist, wenn es in der Trommel einen bestimmten Grad der Abnutzung zeigt.

Siebeneicher hat mit Pflastermaterial Schlagbohrversuche angestellt [2], indem er in einer Maschine, ähnlich einem Pochwerk (s. Fig. 1), eine Welle, die am unteren Ende mit einem Kreuzbohrer aus Gußstahl von 25 mm Durchmesser ausgerüstet war und 35,5 kg wog, aus 25 mm Hubhöhe auf die Probe herabfallen ließ, wobei die Welle jedesmal ein wenig gedreht und das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bohrloch mit Waſſer ausgeſpült wurde. Nach Fortſchreiten der Bohrlochtiefe um je 20 mm wurde der Bohrer ausgewechſelt. Als Maß für die Widerſtandsfähigkeit des Geſteins wurde die Anzahl der Schläge ermittelt, die zur Erzielung von 80 mm Bohrlochtiefe erforderlich war. Weitere Verbreitung hat das Verfahren nicht gehabt. Es iſt unzuverläſſig, da der Wirkungsgrad gleicher Anzahl Schläge von den Eigenſchaften der Bohrer und ferner von den rein örtlichen Eigenſchaften der Probe an der Bohrſtelle abhängt.

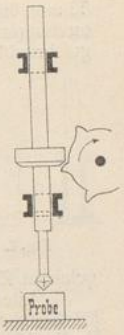


Fig 1.

Schubert benutzte zur Wertbeſtimmung verſchiedener Bettungsſtoffe folgendes Verfahren [3]. In einem ſtarken, aus Eiſenblech mit Winkeleiſenverſtärkung gefertigten Kaſten von 95 cm Länge, 15 cm Breite und 30 cm Höhe wird ein 15 cm langes Schwellenſtück mit dem zu prüfenden Material hineingebettet und die Schwelle dann mit der nachſtehend beſchriebenen Vorrichtung im ſteten Wechſel be- und entlaſtet. Hierbei wird die Beziehung zwiſchen Belaſtungszahl und Senkung der Schwelle beobachtet. Sobald letztere 20 mm beträgt, wird von neuem aufgeſtopft und der Verſuch dann fortgeſetzt. Er gilt als beendet, wenn die ſechſte Stopfung wieder um 20 mm ſich geſenkt hat. Alsdann wird der geſamte Bettungsſtoff aus dem Kaſten entnommen, gut getrocknet und durch Abſieben zunächſt die auf unter 12 mm Korngröße zerkleinerte Menge ermittelt. Ihre Größe ſowie ihr Gehalt an Material mit höchſtens 2 mm Korngröße und an Staub liefern dann die Vergleichswerte für den Verbrauch an Bettungsſtoff und ſomit für die Güte des betreffenden Geſteins. Liefern z. B. zwei Geſteinsarten nach ſechs Stopfungen mit zuſammen 419 Stopfſchlägen folgende Werte:

Geſtein	Geſamtmenge in Litern an Material			Anzahl der Stopfſchläge zur Erzielung von 1 l an Korngröße			„Liegedauer“ oder „Leiſtungsfähigkeit“ = Geſamtzahl der Belaſtungen bei ſechs Stopfungen
	a „zerkleinert“, unter 12 mm Korngröße	*b* „zerſtört“, unter 2 mm Korngröße	*c* „Staub“	*a*	*b*	*c*	
A	2,32	1,06	0,65	181	395	645	496159
B	1,84	0,94	0,65	228	446	645	386338,

ſo verhalten ſich im Stoffverbrauch $\frac{A}{B} = \frac{181}{228} = \frac{1}{1{,}26}$ und $\frac{395}{446} = \frac{1}{1{,}13}$ und $\frac{645}{645} = \frac{1}{1}$ und in der Liegedauer $\frac{A}{B} = \frac{496159}{386338} = \frac{1}{0{,}78}$. Hiernach zeigt *B* zwar geringere Liegedauer als *A*, dafür aber nicht unerheblich geringeren Stoffverbrauch; beide werden daher als gleichwertig angeſehen. Selbſtverſtändlich müſſen, um den Vergleich zuläſſig zu machen, alle Geſteinsarten unter den gleichen Verſuchsbedingungen geprüft werden, alſo mit Schwellen gleicher Form, mit gleicher Anzahl Stopfungen und gleicher Anzahl Stopfſchläge für die gleiche Stopfungsreihe und gleichgroßen Belaſtungen. — Schubert bemißt letztere mit Rückſicht auf die im Eiſenbahnbetriebe vorkommenden Stöße auf 4 kg/qcm und bringt hierzu die in den Kaſten eingebettete Schwelle unter einen 3 m langen, aus zwei Schienenſtücken beſtehenden Hebel, der an dem einen Ende drehbar gelagert iſt und am andern Ende durch eine maſchinell angetriebene Exzenterſcheibe gehoben und geſenkt wird, nachdem er dem gewünſchten Druck entſprechend belaſtet iſt. Schuberts Verſuche zeigten für das Bettungsmaterial, daß Steinſchlagbettung aus hartem Geſtein der Kiesbettung in bezug auf Arbeitslohn um das Dreifache, in bezug auf Verbrauch an Bettungsſtoff um das Sechsfache überlegen iſt und daß Bettungsſtoff aus kleineren und muſchelartig geformten Steinen ſich beſſer zur Erzielung eines feſten Schwellenlagers eignet als Geſtein mit gröberem und würfelförmigem Korn.

Rudeloff hat ein Verfahren angegeben [4], bei dem Eiſenbahnſchotter auf Widerſtandsfähigkeit gegen die Schläge der Stopfhacke, gegen den wechſelnden Schwellendruck und gegen Witterungseinflüſſe geprüft werden ſoll. Das Material wird durch Abſieben auf ſechs Sieben von 6, 12, 19, 25, 32 und 50 mm Maſchenweite in ſieben Beſtandteile verſchiedener Korngröße getrennt und deren Gewichtsanteile ermittelt. Das Feinſte, welches durch das Sechsmillimeterſieb hindurchgeht, wird nicht verwendet und die übrigen ſechs Beſtandteile werden wie folgt getrennt unterſucht. — Zu den Schlagverſuchen mit der Stopfhacke werden 5,6 kg des Materials in einen ſtarkwandigen Holzkaſten gebracht und Schläge unmittelbar darauf ausgeübt mit einem Werkzeug, das in eine der Stopfhacke nachgebildete ſtumpfe Schneide ausläuft. Da ein mechaniſch betriebenes Fallwerk, Bauart Martens [5], zur Verfügung ſtand, ſo wurde das Werkzeug an eine hölzerne Stange befeſtigt (ſ. Fig. 2) und mit dieſer an Stelle des Schlagkolbens in das Fallwerk eingebaut. Das Fallgewicht betrug etwa 9,6 kg, die Schlagarbeit für den Schlag 2,07 mkg. Nach 100, 300, 600 und 800 Schlägen gleicher Arbeit wurde das Probematerial wieder durch die obengenannten ſechs Siebe geſiebt, das nun vorhandene Verhältnis der Gewichtsmengen der verſchiedenen Korngrößen feſtgeſtellt und dann die ganze Maſſe nach gehörigem Durchmiſchen zur Fortſetzung der Verſuchsreihe bis zur nächſten Schlagzahl wieder in den Kaſten zurückgeſchüttet. Der Grad der Zertrümmerung, beſonders die Abnahme des Gehaltes an Material der urſprünglichen Korngröße und die Menge des entſtandenen Feinſten (durch das Sechsmillimeterſieb durchgehend) dienen zur Beurteilung des Schlagwiderſtandes.

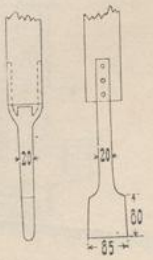


Fig. 2.

In faſt gleicher Weiſe werden die Verſuche zur Ermittlung des Widerſtandes gegen wechſelnden Schwellendruck ausgeführt, nur daß die Kaſtenfüllung mit einem

50 mm dicken Hartholz bedeckt wird, deffen Länge und Breite nahezu gleich den lichten Abmeffungen des Kaftens find und auf das oben ein Eifen von 50 × 50 mm Querfchnitt aufgefchraubt ift. Die Schläge treffen jetzt auf das Eifen und zwar wird das Schlagwerkzeug nach Fig. 3 mit einem eifernen Schuh verfehen. Das Schlaggewicht beträgt etwa 15 kg, und das Abfieben erfolgt nach 500, 1000 und 1500 Schlägen.

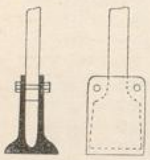


Fig. 3.

Zur Prüfung des Einfluffes der Witterung (Feuchtigkeit und Froft) dienen Druckverfuche, bei denen das Probematerial, in ein ftarkwandiges, eifernes Rohr von 118 mm lichter Weite zu 100 mm hoher Schicht eingerüttelt, unter einem Stempel von 116 mm Durchmeffer mit 20 und 40 t belaftet und dann dem Siebverfuch von neuem unterworfen wird. Die Unterfuchung erfolgt an Material von folgenden vier Zuftänden: a) getrocknet, b) mindeftens 2 Stunden in Waffer gelagert, c) naß 15 mal bei — 12—15° C. ausgefroren und wieder aufgetaut im gefrorenen Zuftande, und d) wie bei c), aber im aufgetauten Zuftande. Die Beurteilung erfolgt auch hierbei nach dem Grade der Zertrümmerung.

Literatur: [1] Ann. des ponts et chauſſées 1879. — [2] Deutfche Bauztg. 1879. — [3] Schubert, Schwellenquerfchnitt, Schwellenabftand und Bettungsftoff im Eifenbahngleife, Berlin 1897. — [4] Rudeloff, Unterfuchung von Kies und Steinfchlag zur Beurteilung ihres Wertes als Stopfmaterial für den Eifenbahnoberbau, Mitteil. a. d. Kgl. Techn. Verfuchsanftalten 1897, S. 279. — [5] Derf., Bericht über die im Auftrage des Herrn Miniſters für Handel und Gewerbe ausgeführten vergleichenden Unterfuchungen von Seilverbindungen im Fahrſtuhlbetrieb, Mitteil. a. d. Kgl. Techn. Verfuchsanftalten 1893, S. 177.

Rudeloff.

Schotterfchlägel, geftielter kleiner Hammer aus Gußftahl, von etwa 0,5 kg Gewicht, mit abgerundeten Schlagflächen, der zur Herftellung des Kleinfchlags oder Schotters dient.

L. v. Willmann.

Schottfchleufe, Oeffnung mit Schieber in waſſerdichten Schotten, um Leckwaſſer von einem Raum zum andern zum bequemeren Lenzen übertreten zu laſſen.

Schrägaufzüge (ſ. a. Gichtaufzüge, Bd. 4, S. 522) beſtehen in der Regel aus einer geneigten Fahrbahn, der dieſelbe tragenden Unterſtützung, dem Aufzugwagen und einer Winde nebſt Zugmittel, Gegengewicht u. ſ. w.; vgl. a. Elevator (Hunt), Grubenbahnen (Bremsbergförderung), Gurtförderer, Hängebahnen, Haufenlager, Hüttenwerke, Kettenbahnen, Kipper, Krane für Maſſentransport, Kratzer, Lokomotivbekohlung, Maſſentransport, Schiffsbekohlung, Schwerkraftbahnen, Seilbahnen und [1].

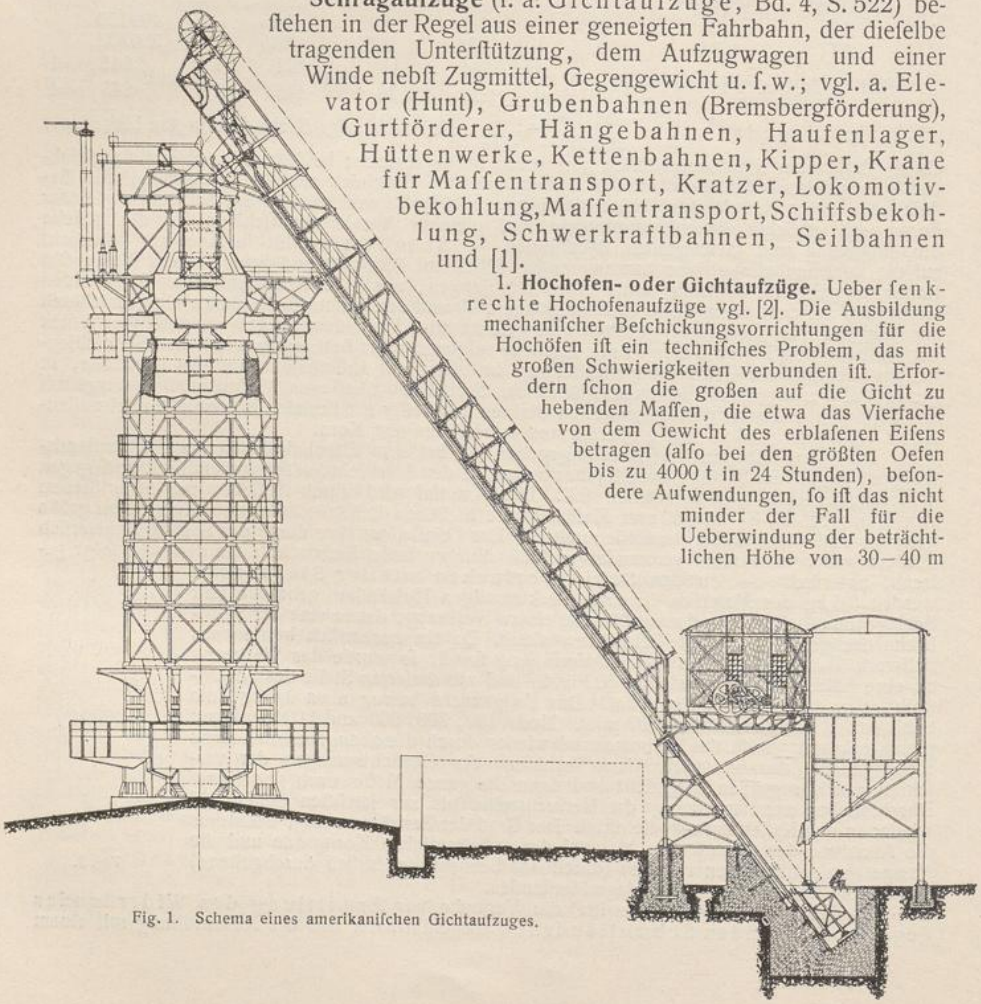


Fig. 1. Schema eines amerikaniſchen Gichtaufzuges.

1. **Hochofen- oder Gichtaufzüge.** Ueber ſenkrechte Hochofenaufzüge vgl. [2]. Die Ausbildung mechaniſcher Beſchickungsvorrichtungen für die Hochöfen iſt ein techniſches Problem, das mit großen Schwierigkeiten verbunden iſt. Erfordern ſchon die großen auf die Gicht zu hebenden Maſſen, die etwa das Vierfache von dem Gewicht des erblaſenen Eiſens betragen (alſo bei den größten Oefen bis zu 4000 t in 24 Stunden), beſondere Aufwendungen, ſo iſt das nicht minder der Fall für die Ueberwindung der beträchtlichen Höhe von 30—40 m



Fig. 2. Amerikanischer Schrägaufzug, ausgeführt von J. Pohlig, A.-G. in Cöln, für das Eisen- und Stahlwerk Hoesch in Dortmund.

und darüber. Hinzu kommt noch der Umstand, daß die Fördereinrichtung das denkbar höchste Maß an Betriebssicherheit bieten muß, da ihr auch nur stundenlanges Versagen zur Einstellung des ganzen Ofenbetriebes, d. h. zu Verlusten von Hunderttausenden von Mark, führen kann. Dabei ist selbstverständlich die Forderung möglichster Einfachheit von Einrichtung und Bedienung, Uebersichtlichkeit der Anordnung und Ersparnis an Platz und Arbeitskräften. Der ungeheure Aufschwung, den die amerikanische Hochofenindustrie im Laufe der letzten Jahrzehnte genommen hat, ist nicht zum kleinsten Teil begründet in den zweckmäßigen Anlagen, die dort schon seit langer Zeit für die Bewegung der Rohstoffe benutzt werden. Unter diesen Transportanlagen kommen besonders auch die Gichtaufzüge zur selbsttätigen Beschickung der Hochöfen in Frage. Durch ihre Beziehungen zur Hunt Co. in New York hat die A.-G. J. Pohlig in Cöln schon zeitig neben den andern amerikanischen Verladeeinrichtungen auch den Bau solcher Begichtungseinrichtungen aufgenommen und die amerikanischen Bauarten den europäischen Verhältnissen angepaßt. Es wird bei diesen Anlagen jede Bedienung auf der Gichtbühne des Hochofens überflüssig, da der unten gefüllte Aufzugswagen oder Kübel (s. d.) sich oben vollkommen selbsttätig entladet und wieder zu erneuter Füllung auf die Hüttensohle zurückkehrt. — Die Abänderungen der amerikanischen Bauart, die vorgenommen werden mußten, um den Gichtaufzug für europäische Verhältnisse brauchbar zu machen, erfolgten natürlich nicht mit einem Male; es waren erst zahlreiche schwierige und kostspielige Versuche durchzuführen, bis die nötigen Erfahrungen gemacht waren. Zunächst wurden Aufzüge gebaut, die sich an die amerikanischen Ausführungsformen ziemlich eng anlehnten, und es dürfte zweckmäßig sein, auch diese älteren Anlagen kurz zu streifen, bevor auf die neueren Konstruktionen eingegangen wird.

Fig. 1 und 2 veranschaulichen amerikanische Hochofenaufzüge Hunt-Pohligscher Bauart. Die geneigte Fahrbahn für den Aufzugswagen ist in ihrem oberen Teile wagerecht ausgebildet, so daß der Aufzugswagen am Ende seiner Bahn eine andre Lage erhält und seine Auslaßöffnung sich neigt, indem seine vorderen Laufräder auf diese wagerechte Bahn übergehen. Um die Neigung des Wagens nach vorne noch größer und die dadurch bewirkte selbsttätige Entladung desselben noch wirksamer zu gestalten, sind die hinteren Laufräder zweistufig ausgebildet. Während des eigentlichen Hebens und Senkens des Wagens läuft nun der nach innen gelegene Teil der Räder mit größerem Durchmesser auf den Schienen; während des Kippens wird dagegen der äußere Teil benutzt, der auf besonders geformten Führungsschienen, die außenseits der eigentlichen Fahrschienen angebracht sind, sich abrollt, so daß der Wagen dadurch eine starke Neigung erhält und sich vollkommen und sicher entladet (Fig. 3). — Der Abwärtsgang des geleerten Wagens geschieht,

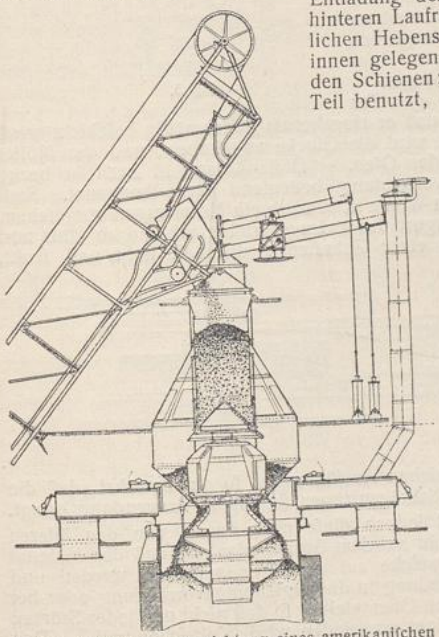


Fig. 3. Beschickungsvorrichtung eines amerikanischen Gichtaufzugs.

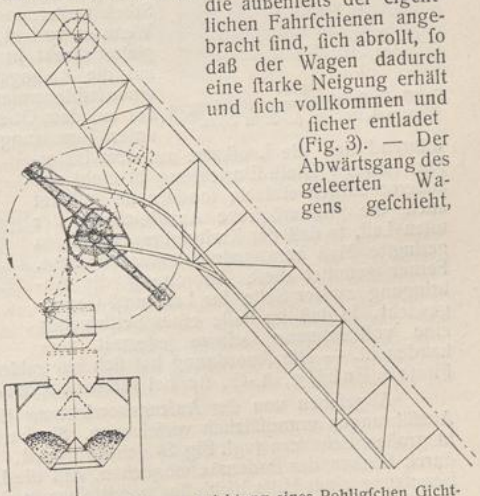


Fig. 4. Beschickungsvorrichtung eines Pohligschen Gichtaufzuges mit direkter Entladung des Fördergutes in den Begichtungsraum, ohne Umschütten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wie das Heben, mit genau geregelter Geschwindigkeit. Bei einfachen Aufzügen arbeitet der Motor beim Rückwärtslauf, durch das Wagengewicht angetrieben, als Dynamomaschine und gibt die überschüssige Kraft an das Leitungsnetz ab; bei Doppelaufzügen gleicht der leere, abwärtsfahrende Wagen das Gewicht des aufwärtsfahrenden vollen Wagens zum Teil aus. Das Füllen des Wagens kann entweder aus einem Füllrumpf durch Oeffnen eines Schiebers erfolgen oder durch kleine Wagen, in denen das Erz vom Lager bis an den Aufzug gefahren wird.

Die Beschickungsvorrichtung (Fig. 4) besteht aus einem zylindrischen Behälter von etwa 12 cbm Inhalt, in den die Rohstoffe aus dem Aufzugswagen entladen werden. Den Boden dieses Behälters bildet ein Verteilungskegel, über dem ein Ringschieber angeordnet ist, der, hochgezogen, das Material nach allen Seiten vollkommen gleichmäßig in den Beschickungstrichter fallen läßt. Der Ringschieber ist außerordentlich leicht durch einen Dampfkolben und einen Balancier mit Ketten zu bewegen, da ein einseitiger Druck des Materials vollständig vermieden ist und damit auch jede Reibung zwischen Schieber und feststehender Behälterwand. — Aus dem Beschickungstrichter gelangen die Rohstoffe nach Heben der Langenschen Glocke in der bekannten Weise in den Ofen, nochmals durch einen umgekehrten Verteilungstrichter gleichmäßig ausgebreitet. — Es ist in dieser Weise eine gute Verteilung des Schüttgutes erstrebt, die bekanntlich auf die Haltbarkeit und das gute Arbeiten der Oefen von größtem Einfluß ist. Aber leider wird das Gichtgut mehrfach umgeschüttet und heftig gestürzt, was natürlich in Rücksicht auf den Koks nicht günstig ist. Auch den Erzen und Zuschlägen ist das Schütten aus geneigten Gefäßen nicht zuträglich, da dadurch erfahrungsgemäß eine Separation der groben und der feinen Bestandteile eintritt, wodurch die Gleichmäßigkeit der Beschickung leidet.

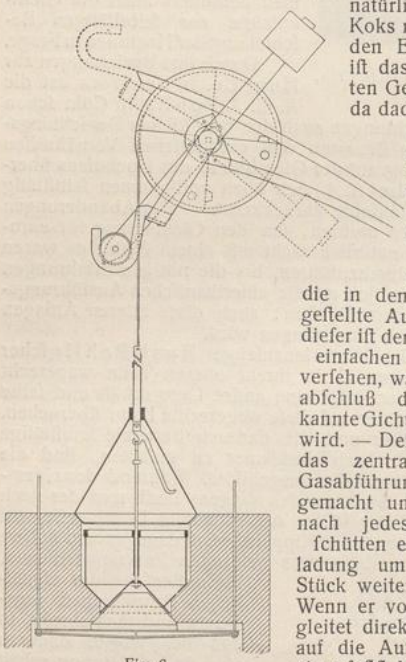


Fig. 6.
Fig. 5—7: Beschickungsvorrichtungen von J. Pohlig, A.-G. in Cöln.

Einen Fortschritt demgegenüber zeigt die in den Fig. 5—7 dargestellte Ausführung. Bei dieser ist der Ofen mit einem einfachen Schütttrichter versehen, während der Gasabschluß durch die bekannte Gichtglocke gebildet wird. — Der Trichter ist um das zentral angeordnete Gasabführungsrohr drehbar gemacht und bewegt sich nach jedesmaligem Einschütten einer Wagenladung um ein gewisses Stück weiter, so daß er ringsherum gleichmäßig beschickt wird. Wenn er voll ist, wird die Glocke angehoben, und der Möller gleitet direkt in den Ofen. — Diese Anlage ist auch in bezug auf die Aufzugsvorrichtung bedeutend vervollkommnet. Statt einer feststehenden Winde ist nämlich ein Motorwagen vorgesehen, der auf dem Obergurt des Aufzugsgerüstes auf und ab fährt und unter Benutzung einer Zahnstange die Last hebt und senkt, während sich die Laufkatze auf dem Untergurt bewegt. Diese Einrichtung ist nicht nur außerordentlich einfach, sondern sie gestattet auch die größtmögliche Ausgleichung der toten Last, so daß der Kraftverbrauch auf das geringste Maß herabgedrückt werden kann. Ferner gestattet diese Anordnung die Anbringung zweier Seile für Last und Gegengewicht, so daß im Falle eines Seilbruches eine vollkommene Reserve jederzeit vorhanden ist. — Die Anordnung hat sich bei zahlreichen Ausführungen so gut bewährt, daß die Firma J. Pohlig, A.-G., sie bei ihren neuesten Schrägaufzügen ständig in Anwendung bringt.

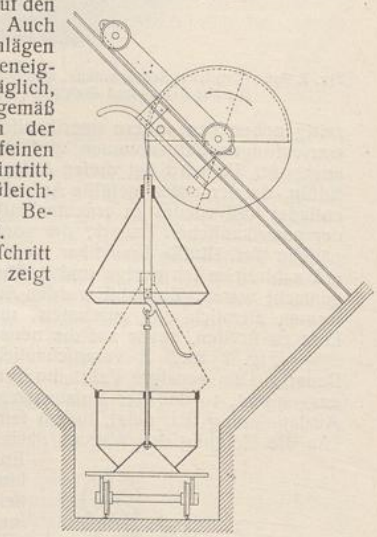


Fig. 5.

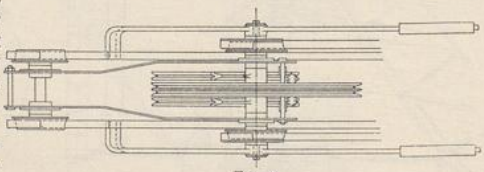


Fig. 7.

Abgesehen von der Aufzugsvorrichtung ist jedoch diese neue Bauart von den älteren Ausführungen grundsätzlich verschieden. Sie beruht auf dem Grundgedanken, daß das Material in großen Behältern (vgl. Fig. 8) gehoben wird, welche auf den Ofen aufgesetzt werden und durch Senken des Bodens ermöglichen, daß die Ladung in die Begichtungsvorrichtung oder bei Benutzung eines Hilfsabschlusses unmittelbar in den Ofen gleitet, so daß nicht nur jedes Stürzen des Gutes vermieden, sondern auch einmal weniger umgeladen wird (Koksschonung). — Das Fördergefäß besteht aus einem Kübel mit trichterförmigem Boden von 5—8 cbm Inhalt, das mit

rund 3—6 t Erz und $2^1/_2$ bis 4 t Koks beladen werden kann. Das Gefäß ist durch eine Panzerkette an einer Laufkatze von rund 3 t Eigengewicht aufgehängt. Fügt man das Gewicht des Gefäßes mit 2 bis 3 t hinzu, so beträgt die Bruttolast etwa 8—14 t, je nach der Größe des Ofens und den vorliegenden Verhältnissen. Das Gewicht des Motorwagens ist derart angenommen, daß er sowohl beim Aufwärts- wie beim Abwärtsgang eine annähernd gleiche Zugkraft, also etwa die Hälfte der Nutzlast — bei 6 t Förderung nur rund 3 t —, auszuüben hat. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt bis zu etwa 1,5 m/sec. Diese Lasten und Geschwindigkeiten genügen für alle vorkommenden Fälle; auch bei Oefen mit einer täglichen Leistung von mehr als 400 t Eisen, wobei immer damit gerechnet wird, daß die Höchstleistung des Aufzuges mindestens 50 % größer ist, als dem gewöhnlichen Betriebe entspricht. — Die Verbindung des Motorwagens mit der Katze wird, wie bereits erwähnt, durch zwei Seile hergestellt, von denen jedes so stark ist, daß es die Last allein tragen kann, so daß eine vollständige Reserve vorhanden ist. Diese Anordnung ist ein besonderer Vorteil des Betriebes mit Motorwagen gegenüber dem früher auch von Pohlig angewendeten Betriebe mit feststehender Winde, da, wenn man die Last durch Gegengewichte ausgleicht und jedes durch zwei Seile halten will, man bei feststehender Winde vier Seiltrommeln haben müßte, was bei den erforderlichen großen Trommeldurchmessern von 2,5 m und den dicken Seilen praktisch nur schwer möglich ist. — Die Steuerung des Motorwagens geschieht durch einen Kontroller, der oben auf der Gicht oder auch unten in einem kleinen Wärterhäuschen, das nur etwa 4 qm Grundfläche zu haben braucht, untergebracht ist. Die Abstellung der Fahrt an den beiden Enden des Hubes geschieht wie bei dem gewöhnlichen, elektrisch betriebenen Gichtaufzug selbsttätig, wobei die Geschwindigkeit kurz vor den Enden des Hubes selbsttätig schon etwas ermäßigt wird. — Der Motorwagen ist mit einer elektrischen Bremse ausgerüstet, so daß bei Unterbrechung des Stromes sofort das Ganze mit Sicherheit gesperrt wird.

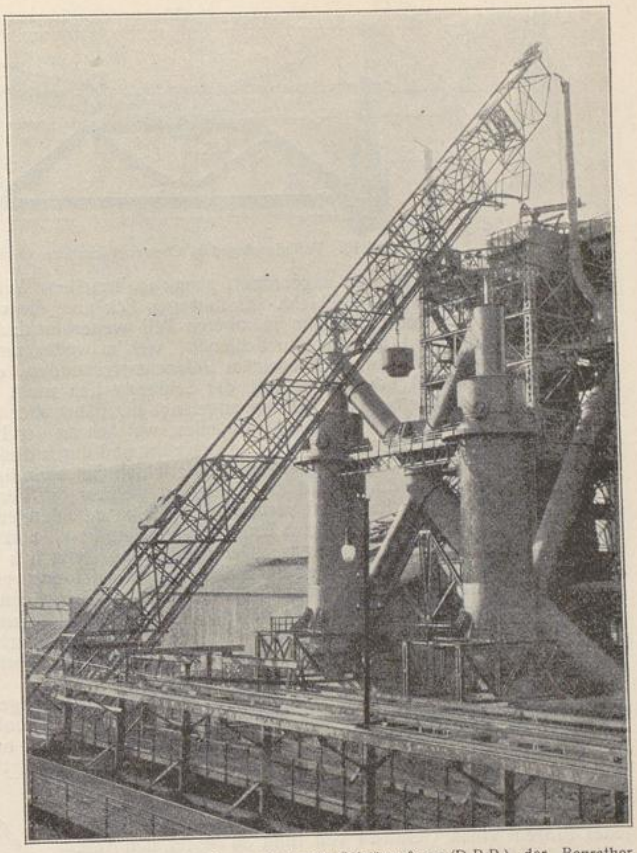


Fig. 8. Elektrisch betriebener Hochofen-Schrägaufzug (D.R.P.) der Benrather Maschinenfabrik, A.-G. Gewicht der Erzgicht 7000 kg, der Koksgicht 2500 kg, senkrechte Hubhöhe 42,5 m.

Der Betrieb geht in der Weise vor sich, daß die Rohstoffe in den Förderkübeln bis zu den Aufzügen geschafft oder daß die Förderkübel am Aufzug durch kleine Wagen von Hand gefüllt werden. Die Förderkübel können auf kleinen Plattformwagen stehen, die für den Kokstransport unmittelbar bis zu den Koksöfen fahren, so daß das Material von dem Koksofen bis in die Begichtungseinrichtung bezw. den Hochofen keinerlei Umschüttung erfährt. Die Kübel können entweder von Hand gefüllt werden oder durch Ladeschurren aus Hochbehältern, oder endlich in dem Fall, daß mehrere Sorten Erz für eine Begichtung verwendet werden und eine Möllerung unmittelbar im Kübel nicht erwünscht ist, aus kleinen Wagen, die rund um den mit feiner Oberkante in Höhe der Werkfohle befindlichen Behälter herumfahren und das Gut in derselben Weise verteilen, wie es jetzt auf der Gicht in bekannter Weise geschieht, wobei nur der Unterschied besteht, daß diese Arbeit jetzt unten unter guter Aufsicht erfolgt, während sie sonst ohne Aufsicht auf der Gicht ausgeführt wurde. Die Zubringerwagen werden natürlich den jeweiligen Verhältnissen angepaßt. Beim Heranbringen der gefüllten Kübel mittels Plattformwagens wird der leere Kübel auf einen freien Platz dieses Wagens aufgesetzt; darauf wird ein voller Kübel angehängt und aufgenommen, indem der Motorwagen auf dem Obergurt des Aufzugsgerüstes abwärts, die Laufkatze auf ihrer Bahn aufwärts fährt. Die Räder der Laufkatze sind vorn breiter als hinten, und es sind an dem oberen Ende des Aufzuges an jeder Seite

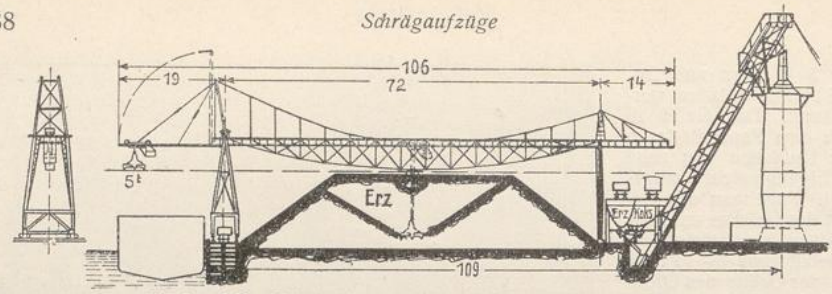


Fig. 9 und 10. Verladeanlagen in Conneaut Harbor. (Maße in Metern.)

zwei Schienen nebeneinander angeordnet, genau in derſelben Weiſe, wie dies bei den bereits erwähnten Schrägaufzügen geſchieht. Es bewegen ſich nun die vorderen Räder der Laufkatze auf den äußeren Schienen, welche im oberen Teil weiterhin durchgeführt ſind, die hinteren Laufräder dagegen auf den inneren Schienen, welche weiter unterhalb liegen. Das äußerſte Ende der oberen Schienen iſt mit einem Balancier verbunden, der durch ein Gegengewicht derart ausgeglichen iſt, daß dieſer Teil der Schienen ſich nicht ohne weiteres ſenken kann, wenn die Katze in der oberſten Stellung angelangt iſt. Fährt aber der Motorwagen weiter nach unten, ſo wird durch die Kraft des Aufzugſeiles, welches an der Laufkatze in geeigneter Weiſe befeſtigt iſt, ein Drehmoment auf die Katze ausgeübt und durch dieſes Drehmoment der Balancier langſam und ruhig zum Kippen gebracht mit derſelben Geſchwindigkeit, mit welcher der Motorwagen ſich bewegt. Dadurch wird die Kette, an welcher der Förderkübel aufgehängt iſt und um welche eine mit der Katze feſt verbundene Scheibe geſchlungen iſt, abgewickelt, ſo daß bei dieſer Bewegung der Förderkübel ſich langſam und ruhig ſenkt, und zwar in ſenkrechter Richtung genau über der Mitte des Hochofens. Der Förderkübel ſetzt ſich dann mit ſeinem feſten Teil auf den trichterförmigen oberen Teil der Beſchickungsvorrichtung auf, und beim weiteren Senken geht der obere trichterförmige Verſchluß dieſer Beſchickungsvorrichtung mit dem trichterförmigen Boden des Fördergefäßes nach unten, ſo daß das Material ohne weiteres in den inneren Raum der Beſchickungsvorrichtung gelangt. In dieſer Weiſe wird ein einfacher, vollkommen maſchineller Betrieb erreicht bei außerordentlicher Schonung des Materials, beſonders des Koks, und eine abſolut gleichmäßige Beſchickung des Hochofens.

Durch Verſuche und praktiſche Betriebsergebniſſe wurde feſtgeſtellt, daß beim jedesmaligen Umladen der Koks je nach ſeiner Beſchaffenheit eine Grusbildung von rund $1^1/_2$—2 % erfährt. Wenn der Koks bei den älteren Aufzügen alſo auch nur zweimal mehr umgeſchüttet würde, ſo entſpräche das einem Verluſt durch Grusbildung von etwa 3—4 %. Erwägt man, daß bei einem Ofen von 300 t täglichem Koksverbrauch und einem Kokspreis von etwa 16 ℳ jedes Prozent einen Geldwert von rund 50 ℳ für den Tag, alſo rund 18000 ℳ für das Jahr, bei 3—4 % daher 50000 bis 75000 ℳ ausmacht, ſo kann kein Zweifel mehr darüber beſtehen, daß bei gleicher Betriebsſicherheit und Unabhängigkeit von den Arbeitern ſtets der Aufzug den Vorzug verdient, bei dem der Koks am wenigſten umgeſchüttet wird.

Fig. 8 zeigt eine Ausführung der Benrather Maſchinenfabrik, A.-G., in Benrath, die nach dem vorhergehenden ohne weitere Erläuterung verſtändlich ſein dürfte (vgl. [1], Benrath, Neuere Ausführungen). Ein Beiſpiel aus Conneaut Harbor (vgl. Fig. 9 und 10) zeigt die großen Abmeſſungen der ausgedehnten Transportanlagen von amerikaniſchen Hüttenwerken. Die Verladebrücken dienen ſowohl zur unmittelbaren Verladung vom Schiff in Eiſenbahn-

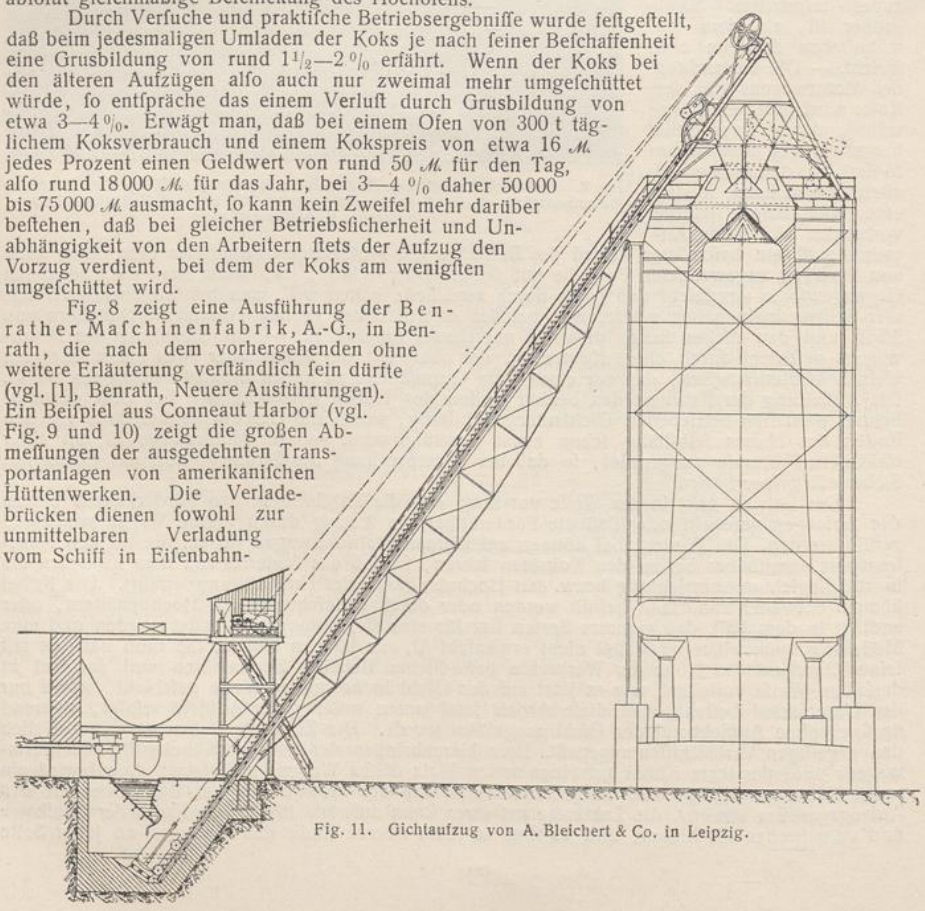


Fig. 11. Gichtaufzug von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wagen als zur Bedienung der über 100 m breiten Lagerplätze (ſ. a. Hüttenwerke).

A. Bleichert & Co. in Leipzig baut zwei Arten von Gichtaufzügen: Die Aufzugsbahn (Fig. 11) beſteht aus einem geraden Parabelträger, der in ſchräger Richtung von dem Möllerrumpfe bis in die Gicht hinaufführt. Auf ihm liegen über Querſchwellen die beiden Fahrgleiſe für den Fahrkübel, der, mit vier Rädern verſehen, in einem Bügel um ſein hinteres Ende drehbar iſt. Bei der hier dargeſtellten Ausführung werden Erze und Zuſchlag auf Hängebahnen (ſ. d.) in abgemeſſenen Mengen getrennt herbeigefahren und in einen Miſchrumpf geſtürzt. Der eine Kübel fährt in eine Grube bis unter den Verſchluß, wird hier durch Oeffnen desſelben gefüllt und zur Gicht emporgezogen, während der andre Kübel gleichzeitig niedergeht. Die Schienenführung der Fahrbahn über der Gicht iſt derart angeordnet, daß in der Endſtellung die Vorderräder des Kübels feſtgehalten werden, während das Zugſeil noch weiter fährt, ſo daß mittels des Bügels der Kübel am hinteren Ende gehoben und auf dieſe Art über die Gichtglocke ausgekippt wird. Die Zugſeilführung iſt eine ſehr einfache, ebenſo wie die Windenkonſtruktion. Die Winde iſt faſt ausſchließlich als unmittelbar mit dem Umſteuermotor gekuppelte Zweitrommelwinde gebaut, derart, daß die Kübelwagen vollkommen ausbalanciert ſind und nur die reine Nutzlaſt zu heben iſt.

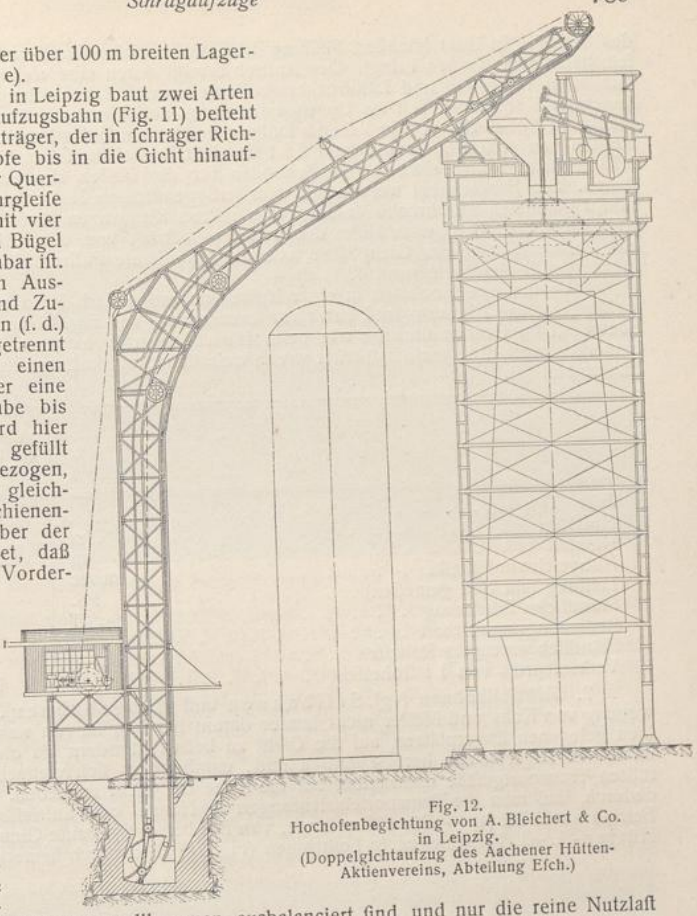


Fig. 12.
Hochofenbegichtung von A. Bleichert & Co. in Leipzig.
(Doppelgichtaufzug des Aachener Hütten-Aktienvereins, Abteilung Eſch.)

Abweichend von den bisher beſprochenen Hochofenbeſchickungsvorrichtungen beſteht der von der letztgenannten Firma für den Aachener Hüttenaktienverein, Abteilung Eſch a. d. A., gebaute Doppelgichtaufzug (Fig. 12) aus einem ſenkrechten Schacht und einer an dieſen in einer großen Kurve anſchließenden ſchrägen Bahn, die bis über die Gichtglocke des Hochofens führt. Dieſe Anordnung beanſprucht den Platz auf der Hütte ſehr wenig und geſtattet, auch hohe Bauten, wie Winderhitzer u. dergl., bequem zu überſchreiten. Zur Begichtung dienen zwei Kübel (ſ. d., Fig. 5) von je 3 cbm Inhalt, die um eine Achſe drehbar in Laufkatzen derart gelagert ſind, daß ſie während des Fahrens ſtets eine ſenkrechte Lage einnehmen. Die Katze ſowohl wie auch die Kübel werden von (im Innern des Aufzugsgerüſtes angebrachten) Schienen ſtets zwangläufig geführt, ſo daß ſie ſtoßfrei den Wechſel der Bewegungsrichtungen überwinden. Die Anordnung der Seilführung iſt derart, daß das Zugſeil über den Scheiben ſtets nur in einer Richtung abgebogen wird (Schonung

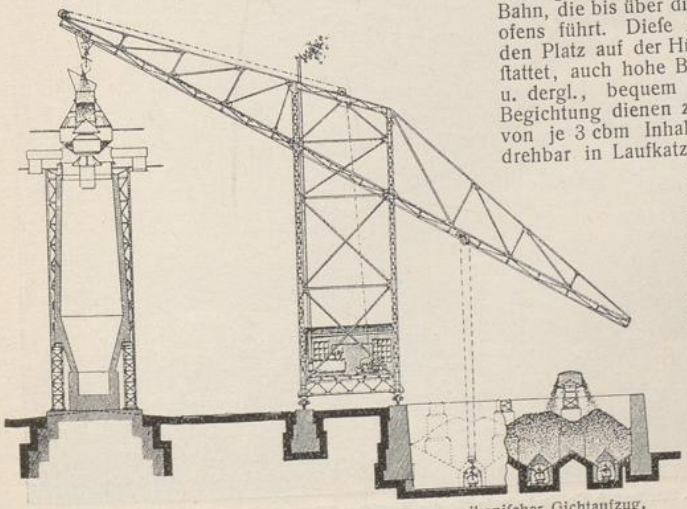


Fig. 13. Fahrbare Huntſche Elevatorbrücke als amerikaniſcher Gichtaufzug.

des Seiles). In ihrer höchſten Stellung trifft ſie auf eine Arretiervorrichtung, die den Kübel ſelbſttätig zum Kippen bringt. Der Antrieb erfolgt durch eine elektriſch bewegte Doppelwinde mit feſten Trommeln und Luftdruckkontrollerſteuerung. Die Leiſtung des Aufzuges, deſſen ablaufender Kübel zum Teil als Gegengewicht des auflaufenden Kübels dient, beträgt vertragsmäßig 12 Kübel Erz von je 2,5 cbm Ladung und einem Geſamtgewicht von 3,7 t und 14 Kübel Kohlen von je 3 cbm Ladung und 2,5 t Gewicht, wobei die ſekundliche Arbeitsgeſchwindigkeit 0,75 m beträgt und etwa 60—70 Sekunden für das Füllen der Fördergefäße zur Verfügung ſtehen. Die Förderkübel werden mit dem fertiggemiſchten Möller von einer über den Abſturzrumpf geleiteten Zuführbahn geführt, die mittels Kippwagen ihren Inhalt unmittelbar in die Kübel abwirft. Die ganze Höhe des Aufzuges beträgt von der Hüttenſohle an gerechnet bis zur Abſturzſtelle an der Gicht 37 m, von der Unterkante Füllrumpf des Aufzuges bis zur Umführungsrolle der Seile rund 48 m (!) —

Wo mehrere Hochöfen in einer Reihe vorhanden ſind, kann es unter Umſtänden zweckmäßig ſein, das Elevatorgerüſt fahrbar anzuordnen, wie Fig. 13 an einem Beiſpiel zeigt. Die Bauart iſt im Grunde dieſelbe wie beim Huntſchen Elevator (ſ. d.). Im höchſten Grade bemerkenswert iſt in wirtſchaftlicher wie in techniſcher und kulturgeſchichtlicher Hinſicht folgende Zahlentafel [3].

	Druckluftaufzug mit Entleerung von Hand	Elektriſcher Schrägaufzug mit ſelbſttätiger Entleerung
Jahr	1839:	1900:
Hubhöhe . . . m	12	40
Nutzlaſt . . . kg	200	4000
Hubgeſchwindigkeit . . . m/sec	1	1
Leiſtung (am Seil gemeſſen) . . . PS.	3	50
Stündliche Förderung . . . t	2	80
Bedienungsmannſchaft . . .	7	3
Stündlich erzeugtes Roheiſen . . . t	0,4	40
Verkaufspreis von 1 t Roheiſen . . . ℳ	160	60

2. **Gichtſeilbahnen** (vgl. Seilbahnen und Hängebahnen). Da es ſich bei der Bewegung von Koks und Möller nicht immer darum handelt, ſie von unmittelbar neben den Hochöfen gelegenen Lagerplätzen auf die Gicht zu heben, ſondern da dieſe Rohſtoffe oftmals von entfernten Lagerplätzen herbeizuführen ſind, empfiehlt es ſich vielfach, die am Lagerplatz gefüllten Transportgefäße unmittelbar auf die Höhe der Gicht zu heben. Das geſchieht vorteilhaft dadurch, daß man die Transporteinrichtungen als Hänge- oder Luftſeilbahnen mit mechaniſchem Betrieb ausbildet [4]. — Die 145 m lange, von Bleichert gebaute Gichtſeilbahn der Fentſcher Hütten-A.-G. Kneuttingen in Lothringen (Fig. 14) iſt dadurch bemerkenswert, daß die Möller-

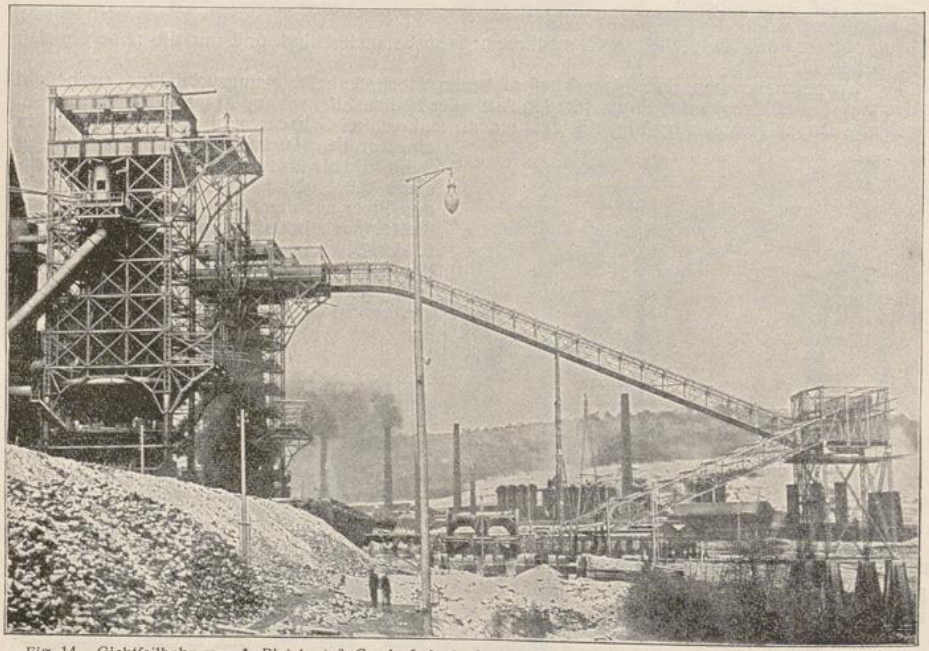


Fig. 14. Gichtſeilbahn von A. Bleichert & Co. in Leipzig für die Fentſcher Hütten-A.-G. in Kneuttingen (Lothr.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

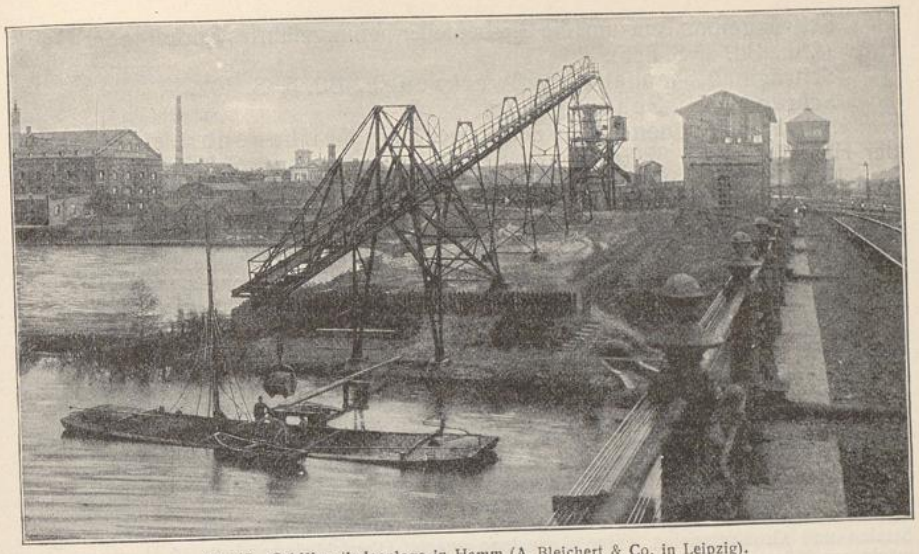


Fig. 15. Schiffsentladeanlage in Hamm (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

plätze bezw. Erzrümpfe dicht neben den Hochöfen liegen, wodurch es erforderlich wurde, die Gichtseilbahnen mit zwei um 360° drehende Winkelstationen auszurüsten. Unterhalb der Erzrümpfe, die hochgestellt und mit unterem Auslauf versehen sind, führen die Hängebahngleise an den Verschlußschiebern vorbei, an denen ihre Wagen gefüllt werden. Die Erze selbst werden in die Vorratsbehälter von einem über sie hinwegführenden Hochbahngleise aus den Eisenbahnwagen abgestürzt. Die Hängebahnwagen führen von den Rümpfen quer unter dieser Hochbahn durch, gelangen auf den unteren Schrägbrücken zu den Winkelstationen, in denen sie selbsttätig ihre Richtung umkehren, und fahren über die höheren Schrägbrücken nach der die Gicht der beiden Hochöfen verbindenden Plattform. Die eine Bahn dient als Betriebsreserve. Stündliche Leistung jeder Bahn 150 t [5]. — Ueber Pohligsche Gichtseilbahnen vgl. [6]; über Bleicherts Haldenseilbahnen (Haldenbrücken) s. Seilbahnen und Haufenlager.

3. **Schrägaufzüge andrer Art.** Hier sei kurz eingegangen auf die von A. Bleichert & Co. in Leipzig gebaute Schiffsentladeanlage für die Baggereigesellschaft m. b. H. in Hamm a. L. (Fig. 15). Auf einer 100 m langen Schrägbahn, deren Ausleger 18 m über das Ufer hinausragt, werden Kübel von je 0,75 cbm Inhalt mittels einer selbsttätigen Einseillaufkatze und einer Eintrommelwinde (40 PS., Hubgeschwindigkeit 90 m/min, Höchstfahrgeschwindigkeit 250 m/min) bis über den Uferlagerplatz oder über das Endturmgerüst gezogen. In letzterem ist unter dem Schüttrumpf des Kübels außer einem durch einen besonderen Elektromotor angetriebenen Rüttelsieb für gesiebten Sand ein 30 cbm fassender Vorratsbehälter eingebaut, dessen Auslauf in ein Abzugsmeßgefäß mündet. Die sich durch große Billigkeit bei schneller Arbeit und hoher Leistungsfähigkeit auszeichnende Anlage ist für eine Betriebsleistung von etwa 300 t/10 Stunden gebaut [7].

Literatur: [1] Buhle, Massentransport, Stuttgart 1908, S. 111 ff.; Derf., T. L., S. 69 ff. (Glasers Ann. 1898, II, S. 94 ff.); Derf., T. H., I, S. 57 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 74 ff.); Derf., T. H., III, S. 7 bezw. 251 ff. und 275 ff. (Deutsche Bauztg. 1904, S. 527); vgl. ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 188 und 1588; 1901, S. 558; 1907, S. 540, 1056 und 1943; 1908, S. 93 und S. 732 ff.; Dinglers Polyt. Journ. 1903, S. 322 ff.; 1906, S. 609 ff.; „Stahl und Eisen" u. a. 1900, S. 564; 1901, S. 984; 1904, S. 453, 876, 1114; 1905, S. 114, 704, 826; 1906, S. 324 und Taf. VIII (Pohlig, Bleichert, Benrath, Stähler, Lührmann [Neuere Bauarten]), 599, 1303; 1907, S. 488, 511, 1198, 1445, 1645 und Taf. XXVI; 1908, S. 664, u. s. w.; Elektr. Kraftbetr. und Bahnen 1907, S. 261 ff. u. s. w.; Buhle, Zeitschr. d. Oesterr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1908 (Bauart der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg). — [2] Derf., T. H., III, S. 255; vgl. a. „Stahl und Eisen" 1906, S. 322 (Bauarten von G. Luther, A.-G., in Braunschweig). — [3] Kammerer, Die Technik der Luftenförderung einst und jetzt, München 1907, S. 74. — [4] Buhle, T. H., III, S. 247 („Stahl und Eisen" 1906, S. 649). — [5] Derf. ebend., S. 148 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 443); vgl. ferner T. H., II, S. 44 (Zentralblatt der Bauverw. 1902, S. 270). — [6] Stephan, Die Luftseilbahnen, Berlin 1907, Taf. II, bezw. „Stahl und Eisen" 1905, S. 257 ff. und Taf. VII. — [7] Buhle, T. H., I, S. 56 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 73 ff.); T. H. III, S. 8 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 528), S. 65 ff.; „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1241; ebend., 20. Aufl. (1908), u. s. w.

M. Buhle.

Schrägblatt, s. Aufblattung.

Schräge, 1. das Maß der Abweichung einer Mauerfläche von der senkrechten oder rechtwinkligen Richtung; 2. s. v. w. Schmiege (s. d.); 3. Abdachung.

Schrägfachmaschine, solche Schaft- und Jacquardmaschinen, bei welchen die hinteren Platinen mehr gehoben bezw. gesenkt werden, so daß man ein reines Schrägfach erhält; s. Weberei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schräggefims, ein um die Strebepfeiler herumgeführtes Sockel- oder Gurtfims (f. d., Bd. 4, S. 686).

Schrägmaß, -model, f. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 402.

Schrägftein, f. Schmiegftein.

Schrämmaſchinen haben den Zweck, die Keilhauenarbeit (f. d.) bei der Herſtellung von Schram und Schlitz zu erſetzen. Schram iſt ein tiefer Einſchnitt in der Richtung der Schichtung, Schlitz ein Einſchnitt ſenkrecht zur Schichtung.

Die Schrämmaſchinen haben ſich in großem Umfange beim Bergbau auf bituminöſe Steinkohle in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eingeführt. Im Jahre 1906 waren dort 10212 Schrämmaſchinen im Betrieb, mit denen 108000000 t Kohle gewonnen wurden, das ſind 35,1 % der überhaupt gewonnenen bituminöſen Kohle. In Großbritannien waren in demſelben Jahre 1136 Schrämmaſchinen in Betrieb, mit denen 10000000 t Kohle, das ſind 4 % der großbritanniſchen Produktion, gewonnen wurden. Auch in Belgien und Frankreich ſtehen ſie ſeit einer Reihe von Jahren in kleinerem Umfange in Anwendung. Neuerdings haben zahlreiche Verſuche ſtattgefunden, um die Schrämmaſchine auch beim deutſchen Bergbau mehr und mehr einzubürgern. Die Gründe, welche die Einführung der Schrämmaſchinen in Deutſchland bisher verzögert haben, ſind die folgenden. Die Löhne der Steinkohlenarbeiter ſind bei uns verhältnismäßig nicht ſo hoch wie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Großbritannien. Die Schrämmaſchinen arbeiten am beſten bei flacher, regelmäßiger Lagerung und gutem Dache, ſie treten mit der Handarbeit dort in den günſtigſten Wettbewerb, wo der Gebirgsdruck gering und infolgedeſſen die Kohle ſchwer zu löſen iſt. In den deutſchen Steinkohlenrevieren iſt die Lagerung im allgemeinen nicht ſo regelmäßig wie in den Vereinigten Staaten und Großbritannien. Eine Ausnahme macht Oberſchleſien; doch iſt dort auf den mächtigen Flözen auch die Gewinnung mit Handarbeit verhältnismäßig billig. In vielen unſrer Steinkohlenreviere treten zahlreiche Verwerfungen von verſchiedener Streichrichtung auf, durch welche die Abbaufelder ſtark zerſtückelt werden, außerdem macht ſich gewöhnlich ein ſtarker Gebirgsdruck geltend, der ſchon vor den Ortsbetrieben und mehr noch vor den breiten Abbauſtößen die Gewinnung der Kohle weſentlich erleichtert.

Die Einteilung der heute in Gebrauch befindlichen Schrämmaſchinen dürfte zweckmäßig nach dem Geſichtspunkte erfolgen, ob ſie geeignet ſind, einen Schram von Streckenbreite herzuſtellen oder ob man mit ihnen bequem an einem langen Abbauſtoß einen Schram führen kann. Anderſeits teilt man aber die Schrämmaſchinen auch ein nach der Wirkungsweiſe des Werkzeuges in ſtoßende Maſchinen, welche mit Meißel arbeiten, und in ſchneidende Maſchinen. Die ſtoßenden Maſchinen brauchen gewöhnlich nur wenig Kraft, $^1/_2$—$1^1/_2$ PS., und können deshalb auch jetzt noch mit Preßluft betrieben werden. Die ſchneidenden Maſchinen jedoch arbeiten gewöhnlich mit 30, ſelbſt mit noch mehr Pferdeſtärken. Es würde wirtſchaftlich falſch ſein, ſie mit Preßluft zu betreiben, der elektriſche Antrieb bürgert ſich immer mehr ein.

Für den Ortsbetrieb ſind die folgenden Syſteme von Maſchinen, welche nach Art der bekannten Geſteinsbohrmaſchinen ſtoßend mit Meißel arbeiten, üblich. Schwere Lafettenmaſchinen werden namentlich in den Vereinigten Staaten von Nordamerika angewendet, wo in vielen Revieren noch vorwiegend Oerterbau (vgl. Pfeilerbau, S. 92) getrieben wird. Es ſind ſtoßende Maſchinen von ſehr hohem Gewicht, nämlich etwa 350 kg, ſie ruhen auf einem Räderpaare und werden vor dem Ortsſtoße auf einer Arbeitsbühne von etwa 10° Neigung aufgeſtellt. Der Mann ſetzt ſich mit geſpreizten Beinen hinter die Maſchine, faßt ſie an zwei rückwärts angebrachten Handhaben und verſetzt ſie während der Arbeit in eine Schwenkbewegung; auf dieſe Weiſe iſt es möglich, einen Schram von etwa 1,8 m Breite und 1,5 m Tiefe von einer Stellung aus zu führen; der Schram muß verhältnismäßig hoch werden, nämlich vorne etwa 0,4 m, hinten 0,15 m. Geübte Arbeiter ſtrengen ſich bei der Handhabung der Maſchine nur wenig an, doch iſt das Erlernen der Arbeit keineswegs leicht. Dem Maſchinenführer wird ein zweiter Mann zur Beſeitigung des Kohlenkleins aus dem Schram beigegeben. 50 qm Schramfläche in 10 Stunden, dazu die mehrfache Beförderung der Maſchine vor andre Arbeitspunkte, ſind eine gute Leiſtung. Naturgemäß können dieſe Maſchinen nur zur Herſtellung eines Schrames an der Sohle und auch nur bei angenähert föhliger Lagerung benutzt werden. — Eine zweite Gruppe ſtoßender Maſchinen, die ſich in Deutſchland immer mehr Verbreitung zu verſchaffen beginnt, ſind ſtoßende Bohrmaſchinen beliebiger Bauart, die an einer Spannſäule ſo befeſtigt werden, daß mit ihnen bequem eine Schwenkbewegung ausgeführt werden kann. Stellt man (Fig. 1) die Spannſäule *S* ſenkrecht zwiſchen das Hangende und Liegende, ſo kann man mit der Bohrmaſchine *M* einen Schram in der Schichtenebene führen. Da ſich die Bohrmaſchine an der Spannſäule in jeder beliebigen Höhenlage befeſtigen läßt, ſo kann auch der Schram in jeder gewünſchten Höhe vor Ort geführt werden. Bei entſprechender Schwenkeinrichtung kann man mit der Bohrmaſchine auch einen Schlitz führen. Von den Ein-

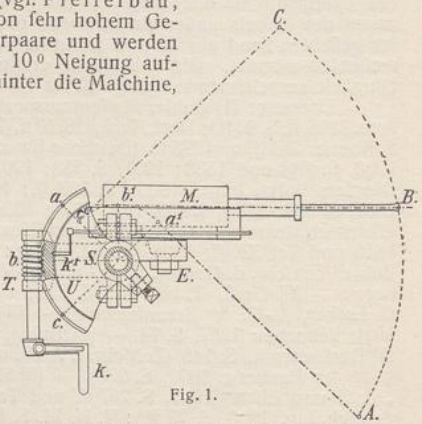


Fig. 1.

Stoßende Geſteinbohrmaſchine, als Schrämmaſchine verwendet (Einrichtung Sirtaine).

richtungen für die Schwenkbewegung iſt hier diejenige von Sirtaine wegen ihrer Einfachheit wiedergegeben. Weit verbreitet iſt auch die Schwenkvorrichtung von Eiſenbeis, die zu gleicher Zeit auch die Schlitzbewegung der Maſchine geſtattet. Die Einrichtung von Sirtaine beſteht aus einer Schnecke ohne Ende *T*, welche an einem entſprechend langen Arme verlagert iſt. Letzterer wird durch Anziehen einer Preßſchraube mit der Spannſäule beim Schrämen feſt verbunden. Der gezahnte Sektor *U*, welcher um die Spannſäule mittels der Schnecke ohne Ende gedreht werden kann, trägt einen Arm *E* mit Einſatz, in dem das Bett der Bohrmaſchine befeſtigt wird. Der Arbeiter hat nach dem Anlaſſen der Bohrmaſchine mit der einen Hand die Kurbel für die Schwenkbewegung *k*, mit der andern Hand die Kurbel für die Vorwärtsbewegung der Bohrmaſchine k^1 zu bedienen. Der Drehung des Sektors um den Bogen *a b c* entſpricht eine Bewegung der Meißelſchneide auf dem Bogen *A B C*. Auch dieſe Maſchinen geſtatten von einer Aufſtellung aus die Führung eines Schrames von etwa 1,8 m Breite. Statt des einfachen Meißels oder des Kreuzmeißels wird jetzt häufig eine mehrſchneidige Schrämkrone, z. B. diejenige von Sorg, verwendet. Es wird ein Stahlrohr an dem einen Ende mehrfach eingeſchlitzt, die einzelnen Lappen werden nach außen gebogen und als Meißel geſchärft. In die Mitte wird ein weiterer Meißel zentriſch eingeſetzt.

Falls die unterſchrämte Kohle ſpäter hereingeſchoſſen werden ſoll, können dieſe Bohrmaſchinen auch zum Bohren der Sprenglöcher verwendet werden. Auf einzelnen Gruben Weſtfalens ſind bereits 60 derartige Maſchinen im Betrieb.

Neben den Säulenbohrmaſchinen werden für die Herſtellung des Schrames kleine leichte Bohrmaſchinen von nur etwa 10—15 kg Gewicht empfohlen, welche von dem Arbeiter aus freier Hand geführt werden. Die Spannſäule kommt ganz in Wegfall und die Vorbereitungen zum Schrämen nehmen faſt gar keine Zeit in Anſpruch. Bei den Schrämmaſchinen kann die Einrichtung für das Umſetzen des Meißels fortfallen. Man ſtellt je nach der Geſteinsbeſchaffenheit die Schneide des Meißels entweder parallel oder ſenkrecht zur Schichtung und beläßt ſie während der Arbeit in dieſer Stellung. Dieſe leichten Maſchinen ſind vielfach als Hammerbohrmaſchinen gebaut, d. h. Kolben und Bohrer ſind getrennt, der Meißel ruht beſtändig am Geſtein und der Kolben führt die Schläge auf deſſen rückwärtiges Ende. Mit dieſen Maſchinen läßt ſich der Schram ebenfalls in beliebiger Höhe führen, auch kann mit ihnen geſchlitzt werden.

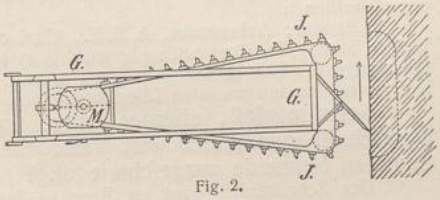


Fig. 2.

Zum Ortsbetrieb ſehr geeignet und namentlich in den Vereinigten Staaten von Nordamerika vielfach im Gebrauch ſind Schrämkettenmaſchinen folgender Bauart. In einem feſten Maſchinengeſtell *G* (Fig. 2) iſt ein verſchiebbarer Rahmen *J* verlagert, in dieſem ſind drei Scheiben eingebaut, über welche eine mit Schneidmeſſern beſetzte Kette ohne Ende geführt iſt. Ein Elektromotor *M* ſetzt die rückwärtige Scheibe in Umdrehung und bewegt damit die Kette. Außerdem bewirkt der Elektromotor auch das Vorrücken und, nachdem der Schnitt ausgeführt iſt, durch Einrücken einer Kupplung auch das Zurückziehen des Kettenrahmens. Dieſe Maſchinen ruhen auf der Streckenſohle und ſchneiden einen Schram von 1,3 m Breite bei 1,7 m Tiefe und 100 mm Höhe, das ſind alſo 2,2 qm Schramfläche in 3—4 Minuten. Das Zurückziehen des Kettenrahmens und das Zurſeiterücken für einen neuen Schnitt erfordert ebenfalls etwa 4 Minuten. Die Maſchinen haben ein Gewicht von 1700 kg. Zur Beförderung vor einen andern Ortsbetrieb werden ſie auf niedrige Wagen verladen.

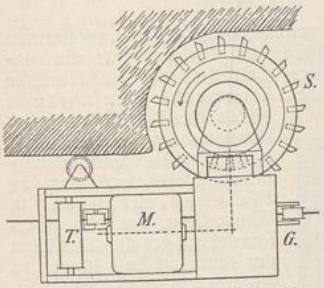


Fig. 3. Schrämmaſchine mit Schneidſcheibe.

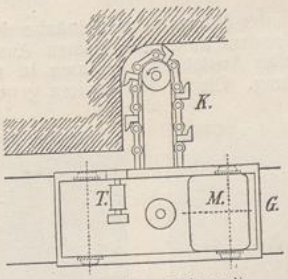


Fig. 4. Schrämmaſchine mit Schneidkette.

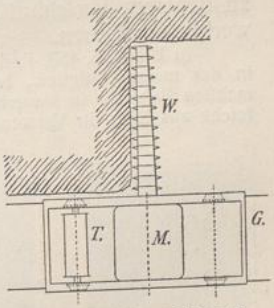


Fig. 5. Schrämmaſchine mit Meſſerwelle.

Für deutſche Verhältniſſe kommen von den beſchriebenen Syſtemen namentlich die ſchwenkbaren Säulenbohrmaſchinen und zum Teil die leichten Handſchrämmaſchinen in Frage.

Die in den Abbauen zur Führung eines langen Schrames verwendeten Maſchinen (Fig. 3 bis 5) beſtehen im allgemeinen aus einem niedrigen Wagen *G*, der auf einem Gleiſe langſam am Abbauſtoße entlang durch Aufwinden einer feſtgelegten Kette auf eine Kettentrommel *T* fortbewegt wird. Die Maſchinen leiſten zum Teil in einer zehnſtündigen Schicht bei einer Schramtiefe bis zu 1,7 m über 100 m Schramlänge, brauchen dann jedoch einen Motor *M* von 30—40 PS. und können zweckmäßigerweiſe nur elektriſch angetrieben werden. Da der Raum bis an den

Abbauſtoß ausgebaut sein muß, ſo arbeitet man derart, daß Unterzüge parallel zum Stoße verlegt und unterſtempelt werden, dort, wo die Maſchine arbeitet, werden dieſe Stempel entfernt, und nachdem die Maſchine den Schram geführt hat, wieder geſtellt. Die eiſernen Stempel von Sommer (vgl. Bd. 4, S. 634) dürften ſich für dieſe Zwecke ganz beſonders gut eignen, da ſie ſehr leicht entfernt und wieder aufgeſtellt werden können. Die Maſchinen wiegen etwa 1000—2000 kg, nach ihrer ganzen Bauart kann der Schram nur an der Sohle oder doch nahe der Sohle geführt werden.

Es ſind drei Arten ſolcher Schrämmaſchinen für den Abbaubetrieb zu unterſcheiden, je nachdem das Werkzeug eine Schneidſcheibe (*S* in Fig. 3), eine Schneidkette (*K* in Fig. 4) oder eine Meſſerwelle (*W* in Fig. 5) iſt. Schrämſcheibe und Schrämkette laufen langſam, ſie machen etwa neun Umläufe in der Minute, die Ueberſetzung zwiſchen Elektromotor und Werkzeug muß alſo eine mehrfache ſein. Dagegen arbeiten die Meſſerwellen am zweckmäßigſten mit einer hohen Umlaufszahl, der Motor kann unmittelbar auf die Verlängerung der Meſſerwelle geſetzt werden. Die Kettenmaſchinen ſind wegen der vielen ſich abnutzenden Teile weniger zweckmäßig. Von den Maſchinen mit Schneidſcheibe oder Meſſerwelle haben die letzteren den weiteren erheblichen Vorteil, daß das Werkzeug ſehr ſchmal iſt, während die Schneidſcheibe einſchließlich der eingeſetzten Schneidmeſſer etwa 2 m Durchmeſſer hat. Wenn aus der Oberbank unterſchrämte Kohle nachbricht, ſo iſt bei der Schneidſcheibenmaſchine viel eher ein Feſtklemmen des Werkzeuges zu befürchten als bei der Meſſerwellenmaſchine. — Ferner kann bei unregelmäßiger Lagerung, wenn die Lage der Schramſchicht ſich durch kleine Verdrückungen ändert, die Meſſerwellenmaſchine den dadurch bedingten Richtungsänderungen des Schrames leichter folgen als die Schneidſcheibenmaſchine. — Trotzdem werden zurzeit in Deutſchland die Verſuche mit Schrämmaſchinen am langen Abbauſtoße faſt ausſchließlich mit Schneidſcheibenmaſchinen gemacht.

Der Beginn der Arbeit mit dieſen Maſchinen geſtaltet ſich an einer Ecke des Abbauſtoßes, z. B. von einer Strecke aus, am einfachſten, ſoll eine Maſchine dagegen aus beſonderen Gründen mitten am Abbauſtoße ihre Arbeit beginnen, ſo muß das betreffende Werkzeug entweder ſchwenkbar eingerichtet ſein oder man läßt die Maſchine auf einem ſchräg gegen den Abbauſtoß gelegten Gleiſe anfahren oder man rückt endlich die Maſchine in ſenkrechter Richtung allmählich gegen den Abbauſtoß vor, bis ſich das Werkzeug zur vollen Schramtiefe eingeſchnitten hat.

Literatur: Ackermann, A. S. E., Coal cutting by machinery in Amerika, London 1902; Walker, Sidney, F., Coal cutting by machinery in the United Kingdom, London 1902; Treptow, E., Grundzüge der Bergbaukunde u. ſ. w., 4. Aufl., Wien und Leipzig 1907, S. 86—101, kurze Zuſammenſtellung mit weiteren Literaturangaben. *Treptow.*

Schrämſpieß, eiſerne Stange von 0,5—1,0 m Länge und 2 cm Stärke, Querſchnitt quadratiſch mit verbrochenen Kanten, das eine Ende zu einer ſtumpfen Schneide ausgeſchmiedet.

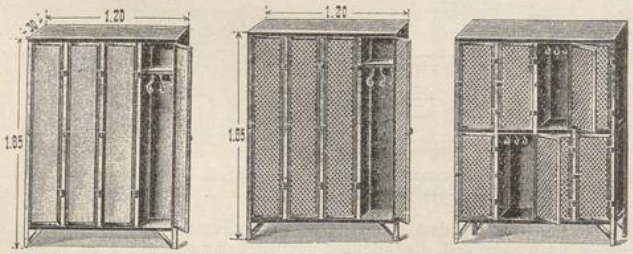
Der Schrämſpieß wird im Bergbau ſtatt der Keilhaue (ſ. d.) zur Arbeit in weichen, namentlich tonigen Maſſen benutzt und entweder für ſich allein mit beiden Händen gehandhabt oder ähnlich wie ein Steinmeißel mit dem Fäuſtel zuſammen verwendet, indem die linke Hand den Schrämſpieß, die rechte das Fäuſtel führt. *Treptow.*

Schränken, ſ. Sägen, Sägemaſchinen, S. 544.

Schraffierapparate, ſ. Zeichnen, techniſches.

Schrank (Kaſten), beweglicher oder feſter Behälter zur Aufbewahrung und zu ſicherem Verſchluß der verſchiedenſten Gegenſtände im häuslichen und gewerblichen Leben.

In Bd. 6, S. 453, ſind unter Möbel drei Schränke der verſchiedenen Arten und Formen in der mannigfaltigſten, beſonders kunſtgewerblichen Ausbildung beſprochen. Für die einfachſten Behälter in dauerhafter Ausführung kommen in neuerer Zeit ſtatt der Holzſchränke ſolche aus Eiſen in Verwendung. Die in den Figuren gegebenen Arbeiterkleiderſchränke bieten den Vorteil knappſter Raumausnutzung und ſind luftdurchläſſig und diebesſicher. Gleiches gilt von den Flaſchenſchränken in Weinkellern, aus ſchwachem Rundeiſen, das den Einflüſſen der feuchten Luft länger zu widerſtehen vermag als Holz. Ueber die feuer- und diebesſicheren beweglichen Geldſchränke ſ. Bd. 4, S. 354. In Wohngebäuden von unregelmäßigem Grundriß können zum Ausgleich von unſchönen Winkeln u. dergl. ſogenannte Wandſchränke angeordnet werden, die, in der Wand liegend, einen guten Erſatz für bewegliche Schränke bilden, oft aber auch die größten Vorteile in Raumausnutzung und Sicherheit des Verſchluſſes bieten. S. a. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 770 ff. *Weinbrenner.*



Schmiedeeiſerne Arbeiterkleiderſchränke von Lubinus, Stein & Co. in Kattowitz.

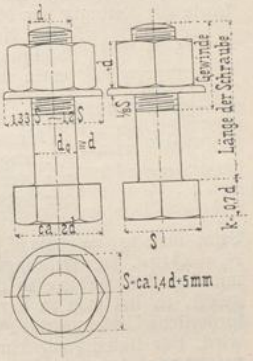
Schratten (Dolinen), ſ. Karren.

Schrattenkalk, der unteren Kreideformation in den Alpen angehörige, weiße, plump abgesonderte, bankige Kalksteine, ausgezeichnet durch das Vorkommen von Schratten oder Karren an ihrer Oberfläche. *Leppla.*

Schrauben enthalten ein in den Schaft des Bolzens eingeschnittenes Gewinde (s. Schraubenfabrikation) als Voll- oder Vatergewinde passend zu dem Muttergewinde. Sie ermöglichen durch Drehung des einen oder andern Teils eine Verschiebung oder Anspannung in axialer Richtung mit starker Uebersetzung entweder hinsichtlich der Geschwindigkeit oder des Weges oder der wirksamen Kräfte. Man unterscheidet danach Bewegungs- und Befestigungsschrauben.

Bewegungsschrauben dienen als Spindeln mit flachem Schraubengewinde (s. d.) zur Verschiebung (an Werkzeugmaschinen u. a.) oder zu starker Druckäußerung (an Pressen und Schraubenwinden) (s. Schraubenberechnung), als Schnecken (s. d.) zur Drehung eines Rades als Schraube ohne Ende, ferner als Mikrometerschrauben (s. d.) mit feinem, scharfem Gewinde zur Feineinstellung (an Meßvorrichtungen u. dergl.).

Befestigungsschrauben mit scharfem, schräg anliegendem Gewinde nach besonderen Schraubensystemen (s. d.) benutzt man zur Verbindung einzelner Maschinen- oder Bauteile, und zwar entweder zur festen Verbindung, wobei die Lösung durch die Reibung der stark angezogenen Schrauben, zuweilen noch durch besondere Schraubensicherungen (s. d.) verhindert wird, oder zur losen, nachstellbaren Verbindung mit Sicherung oder als Stellschrauben zum Festklemmen eines verstellbaren Gleitstückes oder zur genauen axialen Einstellung oder als Abdrückschrauben.



Je nach Ausbildung und Verwendung unterscheidet man folgende Arten: Mutterschrauben, und zwar entweder Maschinenschrauben mit sechskantigem Kopf und zugehöriger Schraubenmutter (Fig. 1) oder Schloßschrauben mit halbrundem Kopf, kurzem, vierkantigem Ansatz, der passend eingelassen wird, und vierkantiger Mutter; sie haben bis zu 20 mm Stärke, manche Vorzüge gegenüber den vorigen und sind etwas billiger. Stiftschrauben stecken in einem Bauteil fest eingeschraubt oder genietet und halten den anzuschließenden Bauteil mit aufgeschraubter Mutter; man verwendet sie nur, wenn Mutterschrauben nicht eingebracht werden können. Kopfschrauben finden ihr Muttergewinde in dem einen Bauteil und werden am Kopf eingedreht, können aber infolge der Federung des Schaftes unter Verkürzung während der Drehung nicht so fest angezogen werden wie Muttern; da ferner Gewinde in Gußeisen bei öfterer Lösung ausbröckelt, vermeidet man sie in Gußeisen und bei reichlicher Länge. Hierzu gehören die Schlitzschrauben, deren Kopf mit einem Schlitz für den Schraubenzieher versehen ist, gegenüber Schlüsselschrauben mit Vierkantkopf (s. Holzschrauben). Besondere Anwendungsformen bilden die Anker- und Steinschrauben (s. d.).

Die Verhältnisse für gewöhnliche Mutterschrauben sind in Fig. 1 und den folgenden Tabellen angegeben. Die Schlüsselweite $S = 1{,}4\,d + 5$ mm wird verschieden ausgeführt, z. B. für 1″ bald 40, 42, 44 oder 45 mm.

Bolzenstärke d in engl. Zoll	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^5/_8$	$^3/_4$	$^7/_8$	1 Zoll
Gewicht von 100 mm Bolzen	0,025	0,055	0,10	0,15	0,22	0,30	0,40 kg
„ „ Kopf und Mutter	0,01	0,04	0,07	0,12	0,20	0,28	0,40 „
Preis für 100 Stück, roh	$3^1/_2$	5	$7^1/_2$	11	20	25	35 *M.*
5 d lang, blank bearbeitet	—	—	20	28	40	52	65 „

$1^1/_4$	$1^1/_2$	$1^3/_4$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	$4^1/_2$	5	$5^1/_2$	6 Zoll
0,60	0,90	1,2	1,6	2,5	3,5	4,8	6,3	8	10	12	14 kg
0,75	1,20	1,9	2,8	5,2	8,5	14	20	28	38	50	64 „

Vierkantköpfe ergeben für „Kopf und Mutter“ 8 % Mehrgewicht.

Normalien der preußischen Staatsbahnen für Schrauben mit Whitworth-Gewinde (Fig. 1):

Nummer der Schrauben	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Durchm. d_0 gedreht	10	13	16	20	23	26	30	33	36	40	43	46	50	mm
im Schaft ungedreht	10	13	16	19	23	26	29	32	35	39	42	45	48	„
Gewindedurchmesser d	$^3/_8$	$^1/_2$	$^5/_8$	$^3/_4$	$^7/_8$	1	$1^1/_8$	$1^1/_4$	$1^3/_8$	$1^1/_2$	$1^5/_8$	$1^3/_4$	$1^7/_8$	Zoll engl.
Schlüsselweite S	17	22	28	33	39	44	50	55	61	66	72	77	83	mm
Höhe des Kopfes k	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	29	31	34	„
„ der Gegenmutter	7	10	12	15	17	19	21	24	26	28	31	33	36	„
„ „ Mutter	10	13	16	20	23	26	30	33	36	40	43	46	50	„

Lindner.

Schraubenbacken, Bestandteile einer Schneidkluppe (s. Schneidzeug) oder eines Schneidkopfes (s. Schraubenfabrikation); Teile einer Schraubenmutter, die mit längslaufenden Einschnitten zur Bildung von Schneidkanten versehen sind, die an einem Schraubbolzen das verlangte Gewinde einschneiden.

Schraubenbagger werden hauptsächlich zur Senkung von hölzernen und eisernen Röhren sowie von engeren gemauerten Brunnen benutzt (s. Brunnen-

gründung) und ſind ebenſo in weichem wie in Kiesboden anwendbar. Ein ſolcher Bagger iſt im unteren Teile ähnlich wie gewiſſe Schraubenpfähle (ſ. S. 77) geſtaltet. Soll weicher, ſchlammiger Boden gelöſt werden, ſo wird über dem oberſten Schraubengang eine Hülſe zur Aufnahme des gewonnenen Materials angeordnet (Fig. 1); bei Kiesboden krempt man einfach die Ränder der Schraube auf (Fig. 2). *Schmitt-Darmſtadt.*

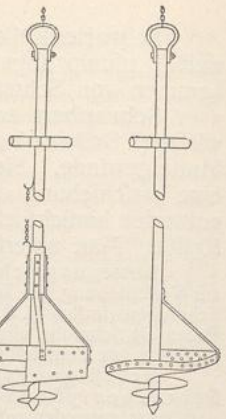


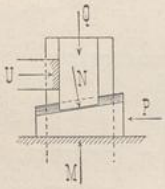
Fig. 1. Fig. 2.

Schraubenberechnung umfaßt die Ueberſetzung der Kraft mit Rückſicht auf die Reibung, ferner den Flächendruck im Gewinde und die Beanſpruchung des Schraubenkernes.

Wird an einer Schraube mit der axialen Belaſtung Q (Fig. 1) die Mutter auf feſter Unterlage gedreht und der Bolzen an der Drehung durch einen gleitenden Anſchlag gehindert, deſſen Wirkung U ebenſo wie die ſeitliche Reaktion von der am Schraubenſchlüſſel wirkenden Kraft hier vernachläſſigt wird, ſo hat man für eine Umdrehung die Arbeitsgleichung

$$P 2\pi r = Q h + \mu N 2\pi r/\cos\alpha + \mu_0 M 2\pi e,$$

d. h. die Kraft P im mittleren Radius r des Gewindes überwindet die Laſt Q über eine Ganghöhe h, die Reibung des Normaldruckes N im Gewinde auf die Länge eines Gewindeganges ſowie die Reibung der Mutter in der Auflagefläche, deren mittlerer Radius $e = 1{,}5\,r$ ſein mag.



Der Normaldruck N, der in tangentialer Ebene (ſ. die Figur) unter dem Steigungswinkel α ſchräg gerichtet iſt, erſcheint in der Figur verkürzt, weil er in radialer Ebene unter dem Neigungswinkel β der Flanke ſchräg ſteht, der ſich auf die unter α geneigte Ebene als β' projiziert mit der Beſtimmungsgleichung $\operatorname{tg}\beta' = \operatorname{tg}\beta\cos\alpha$. Danach iſt der axiale Druck in der Ruhelage $= N\cos\alpha\cos\beta'$; während der Drehung wirkt noch die Komponente der Reibung $\mu N\sin\alpha$ in axialer Richtung. Dafür beſtimmt ſich der Normaldruck aus der Beziehung $Q = M = N(\cos\alpha\cos\beta' - \mu\sin\alpha)$. In Verbindung mit der Arbeitsgleichung folgt

$$P = Q\operatorname{tg}\alpha\,[1 + \mu/\sin\alpha\,(\cos\alpha\cos\beta' - \mu\sin\alpha) + \mu_0 e/r\operatorname{tg}\alpha].$$

Setzt man $\operatorname{tg}\varrho = \mu/\cos\beta'$, ſo wird $P = Q\,[\operatorname{tg}(\alpha+\varrho) + \mu_0 e/r]$. Für reibungsloſen Gang wäre $P_0 = Q\operatorname{tg}\alpha$. Der Wirkungsgrad iſt $\eta = P_0/P$. Dieſelben Formeln gelten auch, wenn die Schraube mit dem Stützradius e in der Mutter gedreht wird. Wird die Laſt abgelaſſen oder die Schraube gelöſt, ſo hat man in der Klammer -1 ſtatt 1 bezw. $-\varrho$ ſtatt ϱ zu ſetzen, um die dazu erforderliche Umfangskraft P' zu finden. Selbſthemmung beſteht, wenn $P' < 0$ iſt, wobei $\eta < 0{,}50$ wird. Für Befeſtigungsſchrauben iſt $\alpha = 3$ bis 2^0; ferner $\cos\beta' =$ rd. 0,87; wenn $\mu = \mu_0 = 0{,}1$ geſetzt wird, ſo ergibt ſich z. B. $P = Q\cdot 0{,}04\,(1+3+4) = 0{,}32\,Q$ bei $\eta = 1/8 = 12{,}5\,\%$. Zum Löſen der Schraube gehört die Umfangskraft $P' = Q\cdot 0{,}04\,(-1+3+4) = 0{,}24\,Q$. Für eine eingängige Bewegungsſchraube mit $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}06$, $\cos\beta = 1$, $\mu = 0{,}08$ und $e = 1{,}4\,r$ wird $P = 0{,}06\cdot 4{,}2\,Q = 0{,}25\,Q$ mit $\eta = 24\,\%$; für eine zweigängige Schraube $P = 0{,}31\,Q$ mit $\eta = 39\,\%$. Die nur drei- bis vierfache Ueberſetzung an den Schrauben erhöht ſich weſentlich im Verhältnis des Hebelarmes der am Schlüſſel angreifenden Kraft zu dem kleinen Radius r des Gewindes.

Der Flächendruck im Gewinde beträgt $p = Q/z\,2\pi rt$, wenn z Windungen von der Tiefe t in der Mutter anliegen. Setzt man $r = 0{,}45\,d$ cm und $t = 0{,}09\,d$ cm, ſo wird $p = Q/0{,}25\,d^2 z$. Für Bewegungsſchrauben beſtimmt man hieraus z und danach die Mutterhöhe mit $p = 25$ kg/qcm für Schmiedeeiſen auf Gußeiſen, 50 für Schmiedeeiſen auf Schmiedeeiſen oder Metall, 75—100 für Stahl auf Metall. Meiſt iſt $H = 1{,}5\,d$ bis $2{,}5\,d$. Für Befeſtigungsſchrauben mit $H = d$ wird p größer, 150—200 kg/qcm, bis 300 für Stahl auf Stahl oder harter Bronze.

Für die Feſtigkeitsberechnung der Schrauben legt man in der Regel nur die axiale Belaſtung Q zugrunde und berückſichtigt die Torſion durch Ermäßigung der Spannung für die Fälle, in denen die Schraube unter Belaſtung angezogen wird. Die Feſtigkeitsformel für Zug und Druck lautet $Q = s\pi d_1{}^2/4$. Der Kernquerſchnitt $\pi d_1{}^2/4$ beträgt für die Befeſtigungsſchrauben mit Whitworth-Gewinde $0{,}45\,d^2 \sim 0{,}60\,d^2$, mit metriſchem Gewinde $0{,}50\,d^2 \sim 0{,}60\,d^2$; ſetzt man dafür im Mittel $0{,}50\,d^2$ bezw. $0{,}55\,d^2$ qcm ein, ſo findet man die Bolzenſtärke aus $Q = (0{,}50 \sim 0{,}55)\,d^2 s$. Die zuläſſige Spannung s in Kilogramm/Quadratzentimeter beträgt: 200 für Schrauben, die mit Rückſicht auf Abnutzung ein gröberes Gewinde erhalten ſollen, z. B. an Stopfbuchſen, oder deren Höchſtbelaſtung zeitweiſe ſteigen kann; 300 für Schrauben für geringe Kräfte, für plötzlichen Kraftwechſel und vielleicht exzentriſche Belaſtung; 400 für Schrauben, die unter der Belaſtung oder wie Fugendichtungsſchrauben [1] überhaupt feſt angezogen werden; 500 für Schrauben, die nicht unter Spannung angezogen werden; 600 für ſauber geſchnittene Schrauben aus gutem Material; 600—800 für ſtählerne Schrauben; 700—900 für Schrauben von beſtem Material bei ruhender Belaſtung; 50—600 iſt die Spannung der Schrauben für normale Flanſchenrohre, auch Zylinderdeckel, je nach ihrer Stärke. Nach den Hamburger Normen ſollen Dichtungsſchrauben aus Schweiß- oder Flußeiſen für Q kg Kraft berechnet werden auf den Kerndurchmeſſer $d_1 = 0{,}045\sqrt{Q} + 0{,}5$ cm bei guten Schrauben, guter Bearbeitung der Flächen und weicher Dichtung, dagegen mit $d_1 = 0{,}055\sqrt{Q} + 0{,}5$ cm bei weniger günſtigen Umſtänden; dem entſpricht eine Spannung von 630 bezw. 420 kg/qcm auf den ohne den Zuſchlag gerechneten Querſchnitt. Die Schrauben an Haken (ſ. d.) erhalten $s = 30\sqrt{Q}$ kg. Daß dünnere Schrauben

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geringere Spannung erhalten, ist durch die willkürliche Kraftäußerung beim Anziehen, besonders bei Dichtungsschrauben, begründet. Man verwendet daher auch Schrauben unter 13 mm im Maschinenbau nicht als Konstruktionsteile. Die Festigkeit einer Schraube beträgt bei reiner Zugwirkung 110 ~ 115 %, beim Anziehen der Mutter 85 ~ 100 % von der Zugfestigkeit eines glatten Stabes vom Kerndurchmesser [2]. Sofern die Spindel auf Knickung beansprucht ist, hat man in der Formel $J = {}^1/_2 \mathfrak{S} Q l^2$ zu setzen $J = d_1{}^4/20$ in Zentimetern, Q in Tonnen zu 1000 kg, l in Metern, $\mathfrak{S} = 5$fache Sicherheit. Hat man die Spindel berechnet und den Durchmesser festgestellt, so kann man die axiale Spannung s nochmals genauer berechnen und mit der Torsionsspannung τ, die für das Moment $Pr = 0{,}2\, d_1{}^3 \tau$ (ohne die Reibung in der Auflagefläche der Mutter) gilt, zu einer ideellen Spannung $s_i = s + 0{,}5\,\tau$ zusammensetzen [3].

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1063—1065, Camerer. — [2] Ebend. 1895, S. 505—508, Martens. — [3] Ebend. 1895, S. 854—894, v. Bach. *Lindner.*

Schraubenbewegung oder Windungsbewegung ist die aus einer Drehung um eine Achse und einer Verschiebung längs dieser Achse zusammengesetzte Bewegung, durch welche ein unveränderliches Punktsystem (starrer Körper) aus einer Lage in eine beliebige zweite Lage stets übergeführt werden kann. Der Drehwinkel und die Verschiebungsstrecke heißen auch Amplitude und Translationsgröße (Höhe) der Schraubenbewegung. Die Reihenfolge von Drehung und Verschiebung ist vertauschbar.

Alle Punkte des Systems beschreiben infolge der Schraubenbewegung Schraubenlinien um dieselbe Achse. Die Neigung derselben gegen die Achse wächst mit der Entfernung der Punkte von dieser, für die Punkte der Achse ist die Neigung Null, für die unendlich fernen Punkte ist sie 90°. Die Translationsstrecke der Schraubenbewegung ist die Projektion der Abstände homologer Punkte von Σ_1 und Σ_2 (Anfangs- und Endlage des Punktsystemes Σ) auf die Schraubenachse. Der Uebergang des Systems Σ von Σ_1 nach Σ_2 ist erfolgt, sobald drei Punkte A, B, C von ihren Lagen A_1, B_1, C_1 in Σ_1 in die homologen Lagen A_2, B_2, C_2 von Σ_2 übergegangen sind. Trägt man daher von irgend einem Punkte O drei Strecken geometrisch gleich $A_1 A_2$, $B_1 B_2$, $C_1 C_2$ ab, verbindet ihre Endpunkte, die A_2, B_2, C_2 entsprechen, durch eine Ebene, so ist die Senkrechte von O auf diese Ebene die Richtung der Schraubenachse, weil die Projektionen der drei Strecken auf sie von derselben Größe sind. Projiziert man hierauf die Systeme Σ_1, Σ_2 auf eine zu der Richtung des Perpendikels senkrechte Ebene, so erhält man zwei kongruente ebene Systeme, die durch Drehung um einen Punkt ineinander übergeführt werden können. Durch diesen Punkt muß die Schraubenachse hindurchgehen. — Die Folge der gleichzeitigen Verbindung zweier Schraubenbewegungen um zwei Achsen a und b von den Amplituden α, β und den Translationen u, v ist äquivalent einer Schraubenbewegung um eine gewisse Achse c von einer Amplitude γ und einer Translation w, deren Konstruktion in Aequivalenz der Bewegungen (Zusammensetzung zweier Schraubungen) Bd. 1, S. 84 gegeben ist.

Die Elementarbewegung eines unveränderlichen Systems ist eine unendlich kleine Schrauben- oder Windungsbewegung. Vgl. a. Momentanachse.

Literatur: Die Auffindung des Satzes, daß jedes unveränderliche System durch eine Schraubung aus einer ersten in eine zweite Lage übergeführt werden kann, verdankt man Giulio Mozzi (1768). Seine Schrift sowie die wichtigsten Schriften über Schraubenbewegung sind im Art. Momentanachse angeführt. Vgl. a. Zentralachse. *(Schell) Finsterwalder.*

Schraubenbohrer, s. Schraubenfabrikation und Bohrer.

Schraubenfabrikation. Schrauben werden aus Holz, Horn, Elfenbein, Perlmutter, Glas, Metall, und zwar ganz überwiegend aus Schmiedeeisen und Stahl, seltener aus Kupfer und Messing hergestellt.

I. **Herstellung von Schrauben aus Holz, Horn, Elfenbein, Perlmutter:** A. Durch Handarbeit. Hierzu dient ein Schneidzeug (s. d., Fig. 2) mit V-förmig gestaltetem Schneidstahle (Geißfuß). — B. Durch Maschinenarbeit. Hierzu dienen Patronendrehbänke (vgl. S. 799, g, β) mit Fuß- oder Riemenbetrieb, Leitspindeldrehbänke, wobei als Werkzeugstahl ein Drehstahl mit V-förmiger Schneide eingespannt ist.

II. **Herstellung von Schrauben aus Glas.** Bolzengewinde an Pfropfen und ähnlichen Glasgegenständen werden mit kupfernen Schleifscheiben und Schmirgel eingeschliffen (vgl. Schleifen). Muttergewinde in Flaschengewinden und andern Glasgegenständen werden mit stählernen Gewindebohrern unter Anwendung von Terpentin eingeschnitten.

III. **Herstellung von Schrauben aus Metall,** insbesondere Schmiedeeisen und Stahl. Kleine und mäßig dicke, mit Kopf versehene Schrauben werden aus dem Vollen durch Abdrehen hergestellt und geschnitten. Kleine, mit Kopf versehene Schrauben werden aus Rundstangen durch Ausschmieden und Stauchen hergestellt. Die rohen Schraubbolzen werden entweder gleich durch Schneiden mit Gewinde versehen oder abgedreht, geschnitten und an den Köpfen bearbeitet. Größere, mit Kopf versehene Schrauben werden aus Rundstangen durch Anstauchen hergestellt und mit Gewinde versehen. Größere, kopflose Schrauben (Stiftschrauben u. dergl.) werden entweder durch Gewindeschneiden von Rundstangen und Abhauen, oder aus Rundstangen durch Abstechen hergestellt und mit Gewinde versehen. Große Schrauben ohne Kopf werden aus Rundstangen abgestochen, solche mit Kopf durch Schmieden, Preßschmieden (s. Schmieden) erzeugt und abgedreht, geschnitten und nötigenfalls am Kopf bearbeitet. In neuerer Zeit hat man sich vielfach bemüht, das Schmieden der Bolzen durch Walzen zu ersetzen und selbst das Gewinde durch Walzen erzeugt. Köpfe von Schlitzschrauben werden durch Drücken, Pressen, Hobeln oder Fräsen mit Schlitzen versehen. Muttern von großer

Länge, wie ſolche in Schraubſtöcken, können durch Löten von quadratiſchem, ſpiralförmig gewundenem Draht in röhrenförmigen Hülſen hergeſtellt werden. Kleinere und größere gewöhnliche Muttern werden aus dem Vollen durch Abdrehen und Abſtechen, Bohren, Schneiden und nötigenfalls Bearbeiten der Seitenflächen hergeſtellt; auch werden die Muttern, wenn quadratiſch, aus Flacheiſen, oder, wenn ſechseckig, aus gewalzten, gezahnten Stangen nach Fig. 1 durch Lochen und Abhauen oder Abſcheren erzeugt, geſchnitten und durch Feilen oder dergl. fertig gemacht. Es können in ſolche Flacheiſen bezw. gezahnte Stangen Vertiefungen eingewalzt ſein, welche den Einſchnitten zum Abhauen und den Löchern entſprechen, alſo das richtige Einſetzen der Stempel beim Lochen erleichtern. Die Muttern werden auch aus runden, quadratiſchen oder ſechskantigen Stangen durch Abſtechen, Lochen oder Bohren und Schneiden erzeugt, nötigenfalls weiter bearbeitet. Andre Muttern werden geſchmiedet und geſchnitten, auch außen bearbeitet, oder geſchmiedet, ausgebohrt, geſchnitten, an den Stirnflächen abgedreht und außen bearbeitet. Zum Gewindeſchneiden von Schrauben dienen Schneidbacken (ſ. Schneidzeug), Schneidſtähle oder Fräſer. Zum Gewindeſchneiden von Muttern dienen Gewindebohrer (ſ. Schneidzeug) oder Schneidſtähle. Das Gewinde kann durch mehrere aufeinander folgende, immer tiefer gehende oder verbreiternde Schnitte oder, bei Schrauben und Muttern mäßiger Größe, durch einen einzigen Schnitt erzeugt werden.

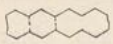


Fig. 1.

1. Herſtellung der Schrauben.

A. Handarbeit. Mit Kopf verſehene Schraubbolzen werden durch Schmieden, d. h. Strecken und Ausſchmieden einer dickeren Stange auf den Bolzendurchmeſſer mit Hilfe von Geſenken (ſ. Schmieden), Stauchen des dicken Endes, Formen desſelben zu einem Kopfe und Abhauen, oder durch Anſtauchen eines Kopfes an eine Rundſtange und Abhauen hergeſtellt. Die Bolzen werden von den Enden auf Länge abgehauen und durch Feilen abgerundet. Zum Gewindeſchneiden dient bei kleineren Schrauben ein Schneideiſen mit mehreren Löchern oder ein Schneideiſen mit auswechſelbarer Backe (ſ. Schneidzeug, Fig. 3) und bei größeren Schrauben eine Schneidkluppe (gerade oder ſchräg), wobei ſie mehreremal auf dem Bolzen hin und her gedreht und die bewegliche Schneidbacke jedesmal nachgeſtellt wird, oder eine Schneidkluppe, welche das Gewinde mit einem einzigen Schnitte vollendet (ſ. Schneidzeug, Fig. 5). Iſt der Bohrer nicht recht rund, ſo muß zur Erreichung eines guten Gewindes an der Schneidkluppe ein Vorſchneider angebracht ſein, der den Bolzen durch Abnahme eines Spanes auf einen etwas kleineren Durchmeſſer abdreht und dadurch rund macht, ehe das Gewinde eingeſchnitten wird; vgl. [1]. Es können durch Maſchinen (ſ. weiter unten) erzeugte Schraubbolzen in derſelben Weiſe mit Gewinde verſehen werden.

B. Maſchinenarbeit. Größere, mit Kopf verſehene Schraubbolzen werden in Maſchinen aus auf Länge abgehauenen Rundſtangenſtücken durch Anſtauchen hergeſtellt oder in Preſſen geſchmiedet. Sie werden an den Enden durch Abdrehen oder Fräſen abgerundet, darauf geſchnitten; oder ſie werden erſt abgedreht, an den Enden abgerundet, geſchnitten und an den Seitenflächen durch Hobeln, Stoßen oder Fräſen bearbeitet, auch durch folgendes Schlichten mit der Feile oder Schmirgelſcheibe blank gemacht.

a) Erzeugung der Schraubbolzen. α) Durch Anſtauchen. Das Arbeitsſtück wird in einer dem Durchſchnitt (ſ. Lochen) ähnlichen Spindelpreſſe aufrecht in ein Geſenk ſo eingeſetzt, daß ſein glühendes Ende über der dem Kopf entſprechenden Vertiefung vorſteht und vom niedergehenden Stempel geſtaucht und zum Ausfüllen der Vertiefung gezwungen wird. Der Bolzen wird von der Maſchine ſelbſttätig wieder ausgeworfen. Oder das Arbeitsſtück wird in eine Schmiedemaſchine [2] eingelegt und das glühende Ende von einem Stempel geſtaucht und von vier Stempeln quadratiſch oder ſechseckig geformt. β) Durch Preßſchmieden. Das glühende Arbeitsſtück wird von mehrteiligen beweglichen Geſenken einer Preſſe in die richtige Geſtalt gebracht. Die Bewegung der Geſenkteile wird durch Daumen, Exzenter, Kurbeln oder hydrauliſchen Druck erzeugt. Ueber Preſſen von gewöhnlichen Köpfen und Hakenköpfen für Holzſchrauben vgl. [3]. γ) Durch Walzen, vgl. [4].

b) Walzen von Gewinden, vgl. [5]. Die glühenden Schraubbolzen werden zwiſchen geriffelten Walzbacken gerollt und dadurch mit Gewinde verſehen. Manchmal werden die glühenden Arbeitsſtücke in derſelben Maſchine zur Kopfbildung geſtaucht und zur Erzeugung eines Gewindes gewalzt [6].

c) Preſſen oder Drücken von Gewinden, vgl. [7].

d) Abrunden der Bolzenenden vor dem Gewindeſchneiden. Hierzu dienen α) gewöhnliche Drehbänke (ſ. Bd. 3, S. 58); β) Fräsmaſchinen (ſ. Bd. 4, S. 155, und [2]).

e) Gewindeſchneiden für rohe Schraubbolzen. Hierzu eignen ſich am beſten die eigentlichen Schraubenſchneidmaſchinen, nämlich Drehbänke mit hohler Drehbankſpindel und von verſchiedener Einrichtung. Auf dem vorderen Spindelende kann eine Planſcheibe, ein Spannfutter oder Spannkopf ſitzen. Auf dem Bette kann ein Schlitten verſchiebbar ſein und in der Querrichtung einen Schraubſtock tragen, deſſen Backen als Schneidbacken ausgebildet ſind. Der Bolzen wird mit ſeinem Kopfe in der Planſcheibe, im Spannfutter oder Spannkopf auf der Spindel eingeſpannt und von der letzteren bei der Drehung mitgenommen, während die Schneidbacken in ihn einſchneiden. Der Schlitten wird durch das erzeugte Gewinde ſelbſt verſchoben; daher hat er Spielraum in der Querrichtung, um folgen zu können. Bei einigen Maſchinen wird der Vorſchub des Schlittens zwangläufig durch eine Leitſpindel bewirkt, die für abweichende Gewindeſteigungen gegen eine andre ausgewechſelt wird. Statt des Schraubſtockes kann im Schlitten ein Spannkopf angebracht ſein [8]. Statt des Schlittens kann ein Reitſtock benutzt werden, während ein Spannkopf an ihm oder einem auf ihm verſchiebbaren Schlitten angebracht iſt [9]. Auf dem Spindelende kann ein Schneidkopf ſein, der ähnlich wie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ein Spannkopf eingerichtet ist, nur daß die Spannbacken durch Schneidbacken ersetzt sind. Alsdann muß die zu schneidende Schraube durch einen Schraubstock im Schlitten oder einen Spannstock am Reitstock festgehalten werden. — Die bisherigen Maschinen müssen nach erfolgtem Schneiden angehalten und zurückgedreht werden. Um diesen Zeitverlust zu vermeiden, hat man fortwährend umlaufende Maschinen ersonnen, welche am Spindelende einen Schneidkopf mit selbsttätig sich öffnenden und schließenden Schneidbacken und eine Vorrichtung für deren Bewegung haben [10], [11].

f) Fräsen von Gewinden. Der als Scheibe mit scharfem Rande ausgeführte Fräser sitzt an der Spindel einer Vorrichtung, Drehbank oder eignen Maschine und wird in beständige schnelle Umdrehung versetzt, während der zwischen Spitzen oder in andrer Weise eingespannte Schraubbolzen langsam vorrückend gedreht und zugleich in seiner Achse der Steigung des zu erzeugenden Gewindes entsprechend verschoben wird. Dabei ist es erforderlich, daß entweder die Frässpindel oder die Spannvorrichtung mit dem Schraubbolzen unter dem Steigungswinkel gegen die Achse des andern Teiles eingestellt wird. Ueber Ausführungen der Maschine s. [12]. Fräsmaschinen lassen sich als Abarten der gewöhnlichen Fräsmaschinen zum Fräsen von Spiralnuten in Bohrer, Reibahlen u. s. w. auffassen.

g) Maschinen zur Herstellung von Schrauben aus dem Vollen. α) Drehbänke mit massiver Spindel. Leitspindeldrehbänke (s. Bd. 3, S. 59). Zur Aenderung der Uebertragung von der Drehbankspindel auf die Leitspindel dienen gewöhnliche Wechselräder, auswechselbare Schneckenräder [13] oder Scheiben mit zahlreichen Zahnkränzen s. [1], S. 339 und [14]. Zur Beschleunigung der Arbeit erhalten die Deckenvorgelege Riemscheiben ungleicher Durchmesser nebst offenen und gekreuzten Riemen für langsamen Vorschub und schnellen Rücklauf. Ueber Drehbänke mit verschiebbaren Spindeln s. [15] und andre Drehbänke s. [10]. β) Patronendrehbänke. Ihre hauptsächlichste Einrichtung ist durch Fig. 2 veranschaulicht. Die in dem Spindelkasten *b* gelagerte Spindel *a* trägt am hinteren Ende eine auswechselbare Patrone *c*, auf welche der mit entsprechender Backe versehene Arm *e* von dem Handhebel *g* durch die im Spindelkasten verschiebbare Stange *d* angepreßt wird. An der Stange sitzt fest der Arm *h*, an welchem der Gewindeschneidstahl eingespannt ist. Bei der Drehung der Spindel *a* wird von der Patrone *c* der Arm *e* samt Stange *d*, Arm *h* und Schneidstahl nach links hin verschoben. Beim Abheben des Armes *e* durch Handhebel *g* wird die Stange mit allen daransitzenden Teilen durch die Spiralfeder *f* wieder nach rechts hin zurück verschoben. Die Stellschraube *i* dient zur Begrenzung des Ausschlages und bestimmt folglich den Durchmesser des Gewindes bezw. seine Tiefe. Der Schraubbolzen wird in einem Spannfutter auf der Spindel *a* eingespannt. Auf dem Drehbankbette kann ein Bettschlitten mit quer verschiebbarem Werkzeughalter für mehrere Werkzeuge oder Revolver gleiten [16]. Im Werkzeughalter bezw. Revolver sind verschiedene Drehstähle zum Abdrehen des Bolzens, Abrunden desselben am Ende, Abdrehen der Stirnfläche des Kopfes u. s. w. eingespannt. Zum Abstechen kann der Abstechstahl im Werkzeughalter, Revolver oder in einem besonderen Schlitten angebracht sein. γ) Revolverdrehbänke. Sie können wie die vorher beschriebenen Patronendrehbänke mit Revolver eingerichtet sein, nur daß die Patroneneinrichtung wegfällt, s. [10], [15] und [17]. Der Revolver kann auch um das Bett herum auf einem Schlitten drehbar sein, s. [13]. δ) Schraubenbänke. Sie sind mit einem Bettschlitten ausgerüstet, auf welchem schwingende Werkzeughalter angebracht sind, die nach der Reihe niedergedrückt werden, um die an ihnen eingespannten Werkzeuge am Arbeitsstücke angreifen zu lassen. Während bei Revolverdrehbänken der Revolver vollständig herumgedreht werden muß, gleichviel ob alle oder nur einige Werkzeuge gebraucht werden, können bei der Schraubenbank immer nur die gewünschten schwingenden Werkzeughalter in beliebiger Reihenfolge herangezogen werden. Zur Begrenzung der Ausschläge der Werkzeughalter dienen verstellbare Anschläge. Die Maschine ist noch mit verschiedenen Einrichtungen ausgestattet, auf die jedoch hier nicht eingegangen werden kann ([1], 2. Jahrg., 1898, S. 241). Ueber andre Schraubenbänke s. [11]. ε) Selbsttätige Schraubenmaschinen. Von mit Anschlagleisten versehenen Trommeln, Nutenscheiben oder Daumenscheiben aus werden Hebel, Schlitten und andre Teile bewegt, um die verschiedenen Werkzeuge in bestimmter Reihenfolge zu betätigen, s. [15], [1] a. a. O., S. 336. ζ) Gewindeschneidmaschinen für Holzschrauben. Sie müssen so eingerichtet sein, daß sie das zugeschärfte Ende der Holzschrauben richtig erzeugen und schneiden. Es kommen verschiedene Vorrichtungen in Anwendung, durch welche der Schneidstahl in gehöriger Weise geführt wird; vgl. [18].

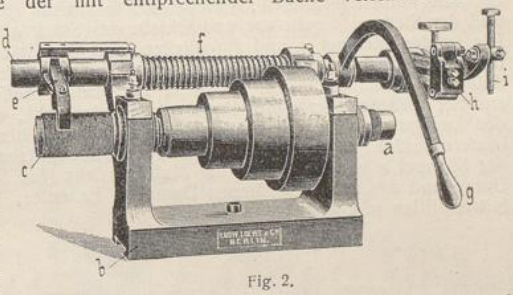


Fig. 2.

h) Maschinen zur Bolzenbearbeitung. α) Bolzenabgratmaschinen zur Entfernung der Bärte von gepreßten Schraubenbolzen, besonders an den Bolzenköpfen. Sie sind Pressen, welche die Bolzen durch Löcher hindurchdrücken, um den Preßgrat abzustreifen [2]. β) Bolzendrehmaschinen. Gewöhnliche Drehbänke aller Art. Bolzendrehbänke mit verstellbaren Anschlägen, durch welche die Gewindelänge, der Gewindedurchmesser und die Bolzenlänge bestimmt werden [8]. γ) Bolzenfräsmaschinen. Ein Messerkopf wird mit der hohlen Spindel umgetrieben und dreht den Bolzen ab, während verstellbare Anschläge die Länge begrenzen [2].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

i) Gewindeſchneiden gedrehter Schraubbolzen. Hierzu können die vier erſten unter g) aufgeführten Maſchinengattungen dienen.

k) Maſchinen zur Kopfbearbeitung. α) Gewöhnliche Drehbänke zum Abdrehen und Abrunden der Stirnflächen. β) Beſondere Drehbänke zum Abdrehen und Abrunden der Stirnflächen, z. B. [2]. γ) Fräsmaſchinen zur Bearbeitung der Seitenflächen. Der Schraubbolzen wird in einem Schraubſtock oder zwiſchen zwei Spitzen eingeſpannt und der Kopf an einer Seite von einem Fräſer, an zwei gegenüberliegenden Seitenflächen von zwei Fräſern oder zwiſchen zwei nebeneinander auf derſelben Achſe ſitzenden Fräſſcheiben bearbeitet. Bei der in [9] abgebildeten Maſchine wird der Schraubbolzen im Schraubſtock eingeſpannt und von zwei Fräſern bearbeitet, dann um 60° oder einen andern Winkel gedreht und wieder bearbeitet. δ) Hobelmaſchinen (Feilmaſchinen), ſ. Stoßmaſchinen.

l. Schlitzmaſchinen. Fräsmaſchinen. Die Schlitzſchrauben werden zwiſchen zwei Scheiben am Rande eingeſpannt und mit denſelben langſam gedreht, während der unbeweglich gelagerte, raſch umlaufende Fräſer den Schlitz in die vorſtehenden Schraubenköpfe ſchneidet [11], [15], [16].

2. Herſtellung der Muttern.

A. Handarbeit. Gelochte und abgehauene oder geſchmiedete Muttern werden mit Gewindebohrern (ſ. Schneidzeug) geſchnitten, erforderlichenfalls außen befeilt.

B. Maſchinenarbeit (vgl. [19]). Rohe Muttern werden erzeugt durch Abſtechen, Durchſchneiden [20], Schmieden unter dem Fallhammer [21] oder Dampfhammer und durch Preßſchmieden [22]. Beiſpielsweiſe ſei folgendes Preßſchmiedeverfahren [23] angeführt: Eine glühende Stange von rundem oder ſechseckigem Querſchnitt wird in einer Maſchine von zwei Scherenmeſſern in Stücke von der Länge ungefähr gleich Mutterhöhe zerſchnitten. Jedes Stück *a* wird von dem einen Meſſer ſofort vor die in der Nähe befindliche Oeffnung des Lochringes *c* (Fig. 3) geſchoben, von dem in dieſem Augenblicke eingreifenden Arme *d* in die Oeffnung hineingeſchoben, welche es loſe ausfüllt (Fig. 4). Darauf weicht der Arm *d* zurück und der Stempel *f* geht vor und ſchiebt das Stück *a* vollends in die Oeffnung hinein (Fig. 5). Die beiden Stempel *e* und *f* ſchließen nun das Stück *a* zwiſchen ſich ein, während die in ihnen befindlichen Dorne *g* und *h* weiter in das Stück *a* eindringen und dasſelbe unter Verdrängung ſeiner Maſſe aus der Mitte zur Mutter preſſen (Fig. 6). Hernach weicht der Dorn *h* zurück, während der andre Dorn *g* weiter vorgeht, die Mutter *a* vollſtändig durchlocht und den Lochputzen *b* in die Höhlung des Stempels *f* hineinſchiebt (Fig. 7). Nunmehr weicht der letztere zurück, während der Dorn *h* den Lochputzen *b* aus ihm herauswirft. Zugleich geht der Stempel *e* vor und wirft die Mutter *a* aus (Fig. 8). Zur Bewegung der Meſſer, Stempel, Dorne und des Armes *d* dienen Daumen, Exzenter, Kurbeln oder dergleichen in Verbindung mit Schlitten u. ſ. w. [2].

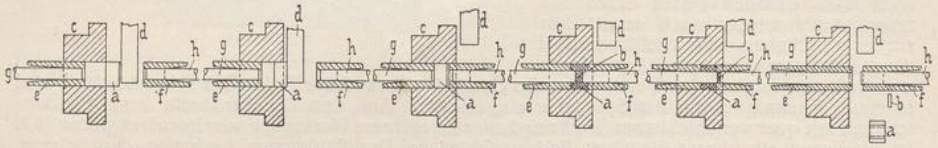


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

Vorarbeiten geſchmiedeter Muttern. Die Muttern werden durch Schneiden, Treiben durch Löcher vom Preßgrate befreit und durch Fräſen, Abdrehen an den Stirnflächen abgerundet, um die ſcharfen Kanten zu brechen, ehe ſie mit Gewindebohrern geſchnitten werden. Hierzu dienen verſchiedene Maſchinen [2] und [24].

Gewindeſchneiden roher Muttern. Hierzu dienen die unter III, 1 B, e aufgeführten Schraubenſchneidmaſchinen, indem je nach den Umſtänden die Schneidbacken im Schraubſtock oder Schneidkopfe durch Spannbacken zum Feſthalten der Mutter oder des Gewindebohrers erſetzt und die Spannbacken in der Planſcheibe oder im Spannfutter oder Spannkopfe zum Feſtſpannen des Gewindebohrers oder der Mutter benutzt werden. Die Mutter kann alſo beim Gewindeſchneiden entweder umgedreht oder nur längs verſchoben werden. Es können auch Patronendrehbänke unter ähnlicher Auswechſelung der Werkzeuge in Anwendung kommen.

Herſtellung der Muttern aus dem Vollen, vgl. Einleitung. Die unter III, 1 B, g, α, β, γ und δ aufgeführten verſchiedenen Maſchinengattungen werden hierzu benutzt, indem man ſtatt der Schneidbacken Gewindebohrer anwendet. Außerdem gibt es beſondere Maſchinen, welche die Muttern aus der Stange durch Bohren, Abdrehen und Abrunden der vorderen Stirnfläche, Gewindeſchneiden, Fräſen der Seitenflächen, Abdrehen und Abrunden der hinteren Stirnfläche, endlich Abſtechen erzeugen [11].

Gewindeſchneiden bearbeiteter Muttern. Die Muttern werden zuerſt ausgebohrt, an den Stirnflächen abgedreht und abgerundet, dann geſchnitten. Hierzu dienen außer den unter I, B, g, a, β, γ und δ aufgeführten Maſchinen noch Bohrmaſchinen und Fräsmaſchinen, welche die erſtgenannten Arbeiten verrichten.

Maſchinen zur Bearbeitung der Seitenflächen der Muttern, vgl. [25]. Die Maſchinen zur Bearbeitung der Seitenflächen von Schraubenköpfen können hierzu verwendet werden. Es iſt vorteilhaft, eine größere Anzahl Muttern auf eine als Dorn dienende lange Schraube zu ſchrauben und mit derſelben zwiſchen Backen oder Spitzen einzuſpannen. Die Seitenflächen werden dann durch Hobeln, Stoßen oder Fräſen bearbeitet. Die Fräſer können unbeweglich gelagert ſein oder an den Muttern entlang geführt werden, während die Muttern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

im erſten Falle an den Fräſern entlang vorgerückt werden und im zweiten Falle unbeweglich bleiben. Ueber eine Maſchine mit ſechs Fräſern zur gleichzeitigen Bearbeitung aller Seitenflächen ſ. [1], 1898, S. 148.

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge, 1. Jahrg., S. 58. — [2] Preisliſte der Aktiengeſellſchaft für Stahl- und Eiſeninduſtrie „Archimedes“ in Berlin S.W.; D.R.P. Nr. 2214, 28274, 78801, 79710. — [3] D.R.P. Nr. 19533, 46824. — [4] D.R.P. Nr. 74766. — [5] D.R.P. Nr. 3060, 4180, 11057, 25978, 26571, 31517, 32226, 36180, 36500, 41766, 41767, 45389, 45390, 46531, 48017, 51257, 55393, 67989, 76879. — [6] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge, a. a. O., S. 65. — [7] D.R.P. Nr. 4459, 26346, 26348, 83503. — [8] Preisliſte von J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz. — [9] Preisliſte von Droop & Rein in Bielefeld. — [10] Preisliſte von Schuchardt & Schütte, Berlin. — [11] Preisliſte von E. Sonnenthal jr. in Berlin C. — [12] D.R.P. Nr. 12265, 53836. — [13] Preisliſte der Leipziger Werkzeugmaſchinenfabrik vorm. W. Pittler, A.-G. in Leipzig-Gohlis. — [14] D.R.P. Nr. 90386. — [15] Preisliſte von Ludwig Löwe & Co., A.-G. in Berlin S.W. — [16] Preisliſte von Spanholz & Wrede in Berlin N. — [17] Preisliſte der Berliner Werkzeugmaſchinenfabrik, A.-G. vorm. L. Sentker in Berlin. — [18] D.R.P. Nr. 47480, 48780, 61513, 87630, 95706, 97563. — [19] D.R.P. Nr. 1721, 55179, 63804, 80240. — [20] D.R.P. Nr. 59358. — [21] D.R.P. Nr. 34406. — [22] D.R.P. Nr. 1086, 1948, 21528, 36645, 39296, 87355. — [23] D.R.P. Nr. 73726. — [24] D.R.P. Nr. 29405. — [25] D.R.P. Nr. 42068, 69834, 79845. — [26] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 1278, 1753; 1904, S. 1550; 1905, S. 1775, 2081; 1908, S. 1858. — [27] Werkſtattstechnik 1907, S. 3; 1908, S. 530. — [28] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1900, S. 177, 197, 242, 385, 405; 1901, S. 126, 249, 250, 385, 389, 501, 520; 1902, S. 27, 100, 111, 117, 130, 239, 248, 317, 334; 1903, S. 96, 173, 257, 306, 500; 1905, S. 52, 205, 233, 414, 434, 467; 1906, S. 398, 452; 1907, S. 148, 161, 217, 276, 428; 1908, S. 508, 514; 1909, S. 171. — [29] American Machinist 1901, 28. Sept. — [30] Engineering 1901, 29. Nov. — [31] The Iron age 1901, 7. Nov. — [32] Demuth, Th., Mechaniſche Technologie der Metalle und des Holzes, Wien und Leipzig 1902, S. 323. †*E. Dalchow.*

Schraubenflächen werden erzeugt durch die Bewegung einer Geraden, bei der ſämtliche Punkte Schraubenlinien von gleicher Achſe und gleicher Neigung beſchreiben.

Die Gleichungen derſelben ſind $x = R\cos\omega - \varrho\sin\omega$; $y = R\sin\omega + \varrho\cos\omega$; $z = \frac{h}{2\pi}\omega + \varrho\cot b$ (ω und ϱ ſind Parameter). Die Striktionslinie iſt eine Schraubenlinie. Beſondere Fälle: a) abwickelbare Schraubenfläche wird erzeugt durch die Tangenten einer Schraubenlinie; dieſe verwandelt ſich bei der Abwicklung der Fläche in einen Kreis. Für dieſe iſt $h = 2\pi R\cot b$. b) Schraubenfläche mit Richtebene: $b = 90^0$, alſo $x\cos\frac{2\pi z}{h} + y\sin\frac{2\pi z}{h} = R$. Die Erzeugenden ſind in einer Ebene parallel. c) Schraubenfläche mit gerader Leitlinie: $R = 0$. Gleichung: $z = \frac{h}{2\pi}\cdot\varphi + r\cot b$, wo r, φ, z gemiſchte Polarkoordinaten. d) Wendeltreppenfläche mit $b = 90^0$ und $R = 0$. Gleichung: $z = -\frac{h}{2\pi}\operatorname{arc\,tg}\frac{x}{y}$, das Schraubenkonoid. Die Fläche iſt eine Minimalfläche, d. h. die mittlere Krümmung iſt Null.

Literatur: Salmon, G., Analytiſche Geometrie des Raumes, Bd. 2, 2. Aufl., Leipzig 1880, S. 313—315; Gugler, B., Lehrbuch der deſkriptiven Geometrie, 4. Aufl., Stuttgart 1880, S. 329 bis 334, 354—357; Heckhoff, H., Die Schraubenflächen, Bonn 1894. *Wölffing.*

Schraubenflieger (Hélicoptère), eine Flugmaſchinenart, bei der Auftrieb und Vortrieb lediglich durch Propellerſchrauben bewirkt werden ſollen.

Durch Schrägſtellung der Schrauben hat man verſucht, beide Bewegungen gleichzeitig von denſelben Schrauben leiſten zu laſſen. Von Paul Cornu in Frankreich mit einem nach dieſem Prinzip erbauten großen Apparate angeſtellte Verſuche ergaben, daß mittels zweier Schrauben von je 5,4 m Durchmeſſer ſein Apparat von 328 kg gehoben wurde. Nach den Unterſuchungen von Ch. Renard iſt das Schwebenderhalten mittels Schraubenfliegern nur möglich, wenn man Motoren anwenden kann, die weniger als 2,5 kg pro Pferdeſtärke wiegen und bei leichten, gutgebauten Schrauben; die auf empiriſchen Verſuchen in Chalais-Meudon gefundenen Werte für die beſten Luftſchrauben hat Renard in nachfolgenden Formeln zum Ausdrucke gebracht. Es ſei x = Schraubendurchmeſſer in Metern, n = Tourenzahl in der Sekunde, A = Auftriebskraft in Kilogramm, T = die auf die Schraubenwelle übertragene Arbeit in Kilogrammeter, dann iſt $A = 0{,}026\,n^2x^4$ und $T = 0{,}01521\,n^3x^5$. *Moedebeck.*

Schraubengebläſe (Schneckengebläſe), Gebläſe mit raſch umlaufenden, auf einer Welle befeſtigten, ſchrägſtehenden, ſchraubenförmig (ſeltener ſchaufelförmig) geſtalteten Flügeln. Im Gegenſatz zu den Schleudergebläſen werfen ſie die in axialer Richtung angeſaugte Luft nicht radial, ſondern parallel oder nahezu parallel zur Achſe wieder aus.

Sie ſind meiſtens von einem ringförmigen oder zylindriſchen Gehäuſe umgeben und dienen faſt ausnahmslos zur Lüftung geſchloſſener Räume (ſ. Bd. 6, S. 235) u. ſ. w. Ihre verdünnende, d. h. auf Erzeugung einer Depreſſion (ſ. Schleudergebläſe) gerichtete Wirkung iſt ſehr gering, die von ihnen erzeugte Druckänderung beträgt meiſt nur 4—10 mm Waſſerſäule. Dagegen iſt die von ihnen geförderte Luftmenge, wenn keine großen Bewegungswiderſtände zu überwinden ſind, verhältnismäßig groß. Schraubengebläſe von 0,2—3 m Durchmeſſer vermögen 10—400 cbm Luft in der Minute und ſolche von 1,5—3 m Durchmeſſer 1000—4000 cbm in der gleichen Zeit abzuſaugen. Ihr Kräftebedarf iſt im Verhältnis zu der von ihnen geförderten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Luftmenge und im Vergleich mit den Schleudergebläſen gering und ſchwankt zwiſchen $^1/_{10}$—2 PS. bei den kleineren und 4—10 PS. bei den größeren Ausführungen (vgl. a. Berechnung, Bd. 6, S. 237). In neuerer Zeit finden elektriſch betriebene Schraubenventilatoren immer mehr Anwendung, bei welchen die Ventilatorwelle mit der Dynamowelle direkt verbunden iſt. *v. Ihering.*

Schraubengeſchwindigkeit. Die Winkelgeſchwindigkeit ω der Drehung um die Schraubenachſe und die Verſchiebungsgeſchwindigkeit v längs derſelben ſetzen ſich zu einer Geſamtgeſchwindigkeit eines im Abſtand r von der Achſe gelegenen Punktes im Betrage $\sqrt{r^2\omega^2+v^2}$ zuſammen. Liegt der Punkt im Abſtand 1 von der Achſe, ſo heißt ſeine Geſchwindigkeit im Betrage $\sqrt{\omega^2+v^2}$ die Schraubengeſchwindigkeit. *Finſterwalder.*

Schraubengewinde iſt gekennzeichnet durch die Profilform (den Querſchnitt einer Windung in radialer Ebene), ferner durch die Größenverhältniſſe, die Zahl der nebeneinander laufenden Windungen und die Richtung der Windung.

Auf dem Schaft vom Durchmeſſer d_0, der gleich oder wenig größer als der Gewindedurchmeſſer d iſt, wird das Gewinde mit der Tiefe t eingeſchnitten, ſo daß der Kern $d_1 = d - 2t$ verbleibt. Die Ganghöhe h iſt das Maß der axialen Verſchiebung einer Windung für eine volle Umdrehung. Die Steigung $\operatorname{tg}\alpha = h/2\pi r$ wird bei der Schraubenberechnung auf r als mittleren Radius des Gewindes bezogen. Bei einer m-gängigen Schraube liegen innerhalb einer Ganghöhe m Zähne. Mit Rückſicht auf die Schraubenſyſteme und Leitſpindeln nach engliſchem Maß nimmt man eine ganze, bei gröberen Gewinden auch mit Halben, Vierteln oder Achteln angebbare Zahl von Gängen auf 1 Zoll engliſch. Eingängige Gewinde erhalten die Befeſtigungs- und die Bewegungsſchrauben für ſtarke Ueberſetzung; leichter gehende Spindeln erhalten 2—4 Windungen. Rechtsgängiges Gewinde ſchraubt man vor ſich mit Rechtsdrehung (im Sinne der Uhrzeigerbewegung) feſt; beim Schneiden auf der Drehbank verſchiebt ſich der Stahl wie gewöhnlich gegen den Spindelſtock. Linksgängige Schrauben bilden Ausnahmen. Scharfgängiges Gewinde für Befeſtigungsſchrauben mit abgeſtumpften gleichſchenkligen Dreiecken als Profil iſt durch die Schraubenſyſteme (ſ. d.) beſtimmt.

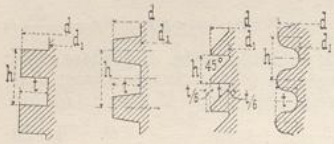


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Flachgängiges Gewinde gibt etwas geringere Reibung und iſt für Bewegungsſchrauben gebräuchlich. Das quadratiſche (Fig. 1) kann die Ganghöhe $h = 0{,}17\,d + 2$ mm erhalten, die eventuell nach Zollmaß abzurunden iſt, und $t = 0{,}5\,h$, wobei im Mittel $d_1 = 0{,}8\,d$ wird. Fig. 2 mit wenig geneigten Flanken nutzt die Feſtigkeit der Zähne beſſer aus, ohne merklich größere Reibung zu verurſachen. Die Lücke, entſprechend der Zahnſtärke der Mutter, wird innerhalb der Ganghöhe $h = 2\,t$ um etwa 10% weiter genommen als der Zahn, für den Fall, daß die Mutter aus Metall oder Gußeiſen, die Spindel aus Stahl oder Schmiedeeiſen beſteht. Das Trapezgewinde (Fig. 3) eignet ſich für ſtark überſetzende Preßſpindeln wegen ſeiner geringen Ganghöhe von etwa $h = 0{,}06\,d + 1{,}33$ mm bei der Tiefe $t = 0{,}75\,h$ und wegen der für einſeitige Kraftrichtung ſtarken Zahnform mit 45° Neigung der Rückenflanke. Das runde Gewinde (Fig. 4) bietet, weil die ſcharfen Kanten fehlen, weniger Angriffsfläche für abnützende Mittel, z. B. Dampf an Schieber- und Ventilſpindeln oder Staub an den Eiſenbahnwagenkupplungen mit $d = 42$; $d_1 = 33$; $h = 7$. Die Ganghöhe $h = 0{,}13\,d + 1{,}56$ mm mit der Tiefe $t = 0{,}64\,h = {}^1/_{12}\,d + 1$ mm gibt paſſende Verhältniſſe; die Abrundungsradien betragen $^1/_4\,h$. *Lindner.*

Schraubenkluppen, ſ. Gewindeſchneidewerkzeuge, Schraubenfabrikation.

Schraubenlehren, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 402.

Schraubenlinie (Helix), die geodätiſche Linie des geraden Kreiszylinders, die bei Abwicklung desſelben in eine Gerade übergeht. Sie iſt zugleich Loxodrome dieſes Zylinders, indem ſie alle Erzeugenden unter konſtantem Winkel ſchneidet.

Iſt der Zylinder $x^2 + y^2 = a^2$, ſo hat die Schraubenlinie die Gleichungen $x = a\cos\omega$; $y = a\sin\omega$; $z = b\,\omega$. Sie umläuft den Zylinder in unendlich vielen Windungen und ſchneidet daher jede Erzeugende in unendlich vielen Punkten. Der Abſtand je zweier aufeinander folgender Schnittpunkte $2\,b\,\pi$ heißt Windungshöhe. Die Tangente bildet mit der Zylinderachſe einen konſtanten Winkel; die abwickelbare Fläche, die von allen Tangenten gebildet wird, ſchneidet eine zur Achſe ſenkrechte Ebene in einer Kreisevolvente. Der Krümmungsradius iſt konſtant gleich $\frac{a^2+b^2}{a}$; alle Krümmungsmittelpunkte liegen auf einer Schraubenlinie. Die Krümmungsradien erzeugen die Konoidfläche $\frac{y}{x} = \operatorname{tg}\frac{z}{b}$. Der Bogen iſt der Ganghöhe z proportional. Die Verbindungslinie der Mitten eines Bogens und der zugehörigen Sehne geht durch die Achſe und ſteht zu dieſer ſenkrecht. Auch die Hauptnormale der Schraubenlinie ſteht zur Achſe ſenkrecht; die Schmiegungsebene bildet mit letzterer einen konſtanten Winkel. Der Torſionsradius iſt ebenfalls konſtant gleich $\frac{a^2+b^2}{b}$. Der Zylinder iſt die rektifizierende Fläche der Schraubenlinie. Die Schraubenlinie kann in ſich ſelbſt ohne Aenderung der Krümmung und der Torſion verſchoben werden.

Literatur: Salmon, G., Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, II, Leipzig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1880, S. 151—153; Serret, Lehrbuch der Differentialrechnung, deutſch von Harnack, Leipzig 1884, S. 411—416; Gugler, B., Lehrbuch der deſkriptiven Geometrie, 4. Aufl., Stuttgart 1880, S. 241 bis 255; Renfer, A., Ueber Schraubenlinien und Schraubenflächen, Burgdorf 1900. *Wölffing.*

Schraubenmuttern, ſ. Schraubenfabrikation, -ſicherungen.

Schraubenpatrone, ſ. Gewindeherſtellung und -leitpatrone.

Schraubenpfähle, ſ. Pfähle, S. 77.

Schraubenräder, Zahnräder mit ſchraubenförmig ſtehenden Zähnen.

Die eigentlichen Schraubenräder (Fig. 1) dienen zur Bewegungsübertragung zwiſchen windſchief geſchränkten Wellen. Wegen ihres ruhigen Ganges benutzt man ſie gern zum Antrieb der Steuerung und des Reglers an Kraftmaſchinen ſowie bei Werkzeugmaſchinen unter Beſchränkung auf mäßige Kräfte, weil die Zähne ſich aneinander gleitend verſchieben und verhältnismäßig ſtarke Seitendrucke auf die Räder und ihre Lager ausüben. Die Schneckentriebe bilden einen Sonderfall hierzu mit kleinſter Zähnezahl des treibenden Rades. Die Zahnrichtung legt man in den ſpitzeren Schränkungswinkel der Achſen, in die Winkelhalbierende oder näher in die Richtung der getriebenen Welle; beide Räder erhalten dabei rechtsgängig oder linksgängig ſtehende Zähne. Im Normalſchnitt ſenkrecht zur Zahnrichtung bilden die Flanken Evolventen, paſſend zu dem größten Krümmungsradius der in dieſer Ebene das Rad ſchneidenden Ellipſe. Zahnformen, die ſich durch ſchrägliegende gerade Linien erzeugen laſſen, behandelt die Diſſertation von Crain [1]. Hyperbelräder (ſ. Bd. 5, S. 163/164) mit geraden Zähnen zeigen an den Kehlkreisrädern ſchon bei der Ueberſetzung 1:2 ſo

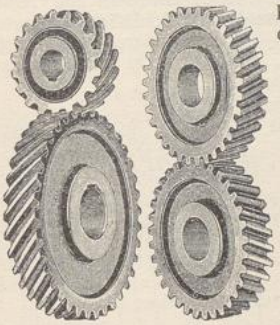


Fig. 1.

Fig. 3.

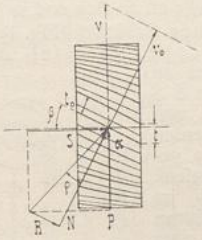


Fig. 2.

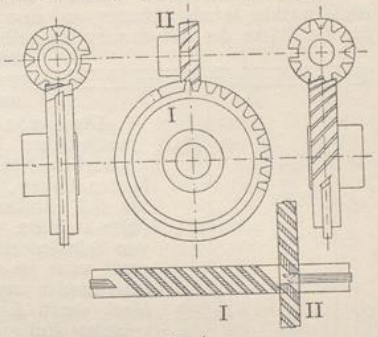


Fig. 4.

ſteile Neigung der Zähne, daß ſie ſich kaum noch verſchieben laſſen und praktiſch nicht brauchbar ſind. Dagegen können die Schraubenräder mit beliebigen günſtigeren Winkeln oder auch mit beliebigen Durchmeſſern ausgeführt werden.

Die Neigungswinkel β der Zähne gegen die Achſe (Fig. 2) müſſen ſich an beiden Rädern zu dem (ſpitzeren) Schränkungswinkel γ der Achſen ergänzen; $\beta_1 + \beta_2 = \gamma$. Zweckmäßig wählt man $\beta = 26^1/_2$ oder 45 oder $63^1/_2{}^0$, nämlich $\operatorname{tg}\beta = {}^1/_2 - 1 - 2$ für rechtwinklig gekreuzte Achſen. Die Zähnezahlen entſprechen dem Ueberſetzungsverhältnis; $z_1 : z_2 = n_2 : n_1$. Die Normalteilung, gemeſſen ſenkrecht zu den Zähnen, iſt für beide Räder gleich und wird auf eine beſtimmte Stichzahl t_0/π abgerundet; nach [2] ſpringt t_0/π von 1 mm bis $6^1/_2$ um je $^1/_4$, dann bis 8 um $^1/_2$ und bis 10 um 1; dabei iſt die Kopfhöhe $= t_0/\pi$, die Fußhöhe $= 1{,}167\, t_0/\pi$ angeſetzt. Die Stirnteilungen, gemeſſen in der Richtung des Umfanges, $t_1 = \pi D_1/z_1$ und $t_2 = \pi D_2/z_2$ fallen bei ungleichen Neigungswinkeln verſchieden aus, und zwar gilt $t_1 \cos\beta_1 = t_0 = t_2 \cos\beta_2$. Aus den vorſtehenden Anſätzen folgt $D_1 : D_2 = n_2 \cos\beta_2 : n_1 \cos\beta_1$. Für $\gamma = 90^0$ iſt $\operatorname{tg}\beta_1 = D_1 n_1 : D_2 n_2$ anzunehmen. Dabei können beide Räder gleichgroß werden ſowohl bei der Ueberſetzung 1:1 mit $\beta_1 = \beta_2 = 45^0$ als auch bei $n_1 : n_2 = 2:1$ mit $\beta_1 = 63^1/_2{}^0$ und $\beta_2 = 26^1/_2{}^0$, z. B. am Antrieb der Steuerwelle von Viertaktmotoren. Die Umfangsgeſchwindigkeiten $v = \pi D n/60$ verhalten ſich wie die Teilungen, $v_1 \cos\beta_1 = v_0 = v_2 \cos\beta_2$. Die Umfangskräfte P und die Seitenſchübe S ſtehen nach Fig. 2 zu dem Normaldruck N mit der Reibung $R = N \operatorname{tg}\varrho$ in der Beziehung

$$P_1/\cos(\beta_1 - \varrho) = S_1/\sin(\beta_1 - \varrho) = N/\cos\varrho = P_2/\cos(\beta_2 + \varrho) = S_2/\sin(\beta_2 + \varrho).$$

Für den Druck N iſt die Teilung $t_0/\pi = \sqrt{0{,}8\, N/s}$ mit mäßiger Spannung zu berechnen, etwa $s = 100 \sim 200$ kg/qcm für Gußeiſen und $400 \sim 600$ für Stahl auf Bronze. Infolge der gleitenden Reibung iſt die Abnutzung ſtärker und der Wirkungsgrad geringer als für Stirn- und Kegelräder. Ohne die Reibung wäre $P_{01}/\cos\beta_1 = P_2/\cos\beta_2$; in dem Verhältnis

$$P_{01}/P_1 = \cos\beta_1 \cos(\beta_2 + \varrho)/\cos\beta_2 \cos(\beta_1 - \varrho)$$

oder $\operatorname{tg}\alpha_1/\operatorname{tg}(\alpha_1 + \varrho)$ für $\gamma = 90^0$ vermindert ſich der Wirkungsgrad der Zahnräder, der in Rückſicht auf die Stützreibung an den Lagern auf 87—90 % geſchätzt werden kann, ſo daß im ganzen $\eta = 0{,}70$ betragen mag.

Schraubenzahnräder (Fig. 3) oder Hookeſche Räder (ſ. d.) wirken als Stirnräder mit ſchrägen Zähnen auf parallelen Wellen. Bei guter Ausführung iſt der Gang ruhiger als bei Rädern mit geraden Zähnen, beſonders ſoll das zutreffen, wenn die Zähne von einer Seite zur andern gerade um die Stirnteilung vorſpringen. Das bedingt eine Radbreite $b = t \operatorname{ctg}\beta$. Wegen des Seitenſchubes, der unabhängig von der Reibung $S = P \operatorname{tg}\beta$ iſt, beſchränkt man die Neigung [2] auf höchſtens 20^0, während kleinere Neigung als 10^0 nicht recht lohnend erſcheint. Für $\beta = 11^1/_3 - 14 - 18^1/_2{}^0$ iſt $\operatorname{ctg}\beta = 5 - 4 - 3$. Es läuft immer ein rechtsgängiges Rad mit

einem linksgängigen, wobei $\beta_2 = -\beta_1$ gilt. Die Normalteilung $t_0 = t \cos\beta$ berechnet ſich nach dem Normaldruck $N = P_2/\cos\beta$. Der Wirkungsgrad dürfte 90% betragen. Um den Seitenſchub aufzuheben, kann man zwei Räderpaare mit entgegengeſetzter Zahnneigung genau ausgerichtet zuſammenſetzen als Pfeilzahnräder (ſ. d.).

Schraubenräder mit Ruhepauſen (Fig. 4) zum Antrieb einer abſatzweiſe laufenden Welle von einer ununterbrochen laufenden Triebwelle aus werden an Maſchinen zur Herſtellung der Papierhülſen für Spinnereiſpindeln angewendet [3]. Das erſte treibende Rad enthält auf einem Teile ſeines Umfanges einen in der Umfangsrichtung ſtehenden Zahn, der in eine axial gerichtete Zahnlücke des zweiten Rades eingreift, ſo daß letzteres ſtehen bleiben muß, bis das treibende Rad wieder mit einem ſchrägen Zahn in die nächſte ſchräge Lücke des zweiten Rades eingreift. Die erſten Zähne ſchlagen ſich wegen der plötzlichen Beſchleunigungen mit der Zeit aus.

Literatur: [1] Crain, Rud., Schraubenräder mit geradlinigen Eingriffsflächen, Berlin 1907. — [2] Katalog über Zahnräder von Friedrich Stolzenberg & Co. in Reinickendorf (Weſt) bei Berlin. — [3] Dingl. Polyt. Journ. 1899, Bd. 312, Heft 4. *Lindner.*

Schraubenrollen, ſ. Drehſtuhl, Bd. 3, S. 96.

Schraubenſchlüſſel, zum Anziehen und Löſen von Schrauben, paſſen entweder zu einer beſtimmten Schraubengröße oder ſind für verſchiedene Weiten innerhalb gewiſſer Grenzen einſtellbar.

Die unverſtellbaren Schlüſſel empfehlen ſich für den Maſchinenbauer dadurch, daß ſie nicht wacklig werden können und dem für das Feſtziehen von Schrauben erforderlichen Gefühl für die Stärke der Anſpannung am beſten genügen. Nur wo abweichende Schlüſſelweiten vorkommen, oder wo man an Werkzeug ſparen will, greift man zu Univerſalſchlüſſeln, die auch nicht immer paſſen, weil ſie oft zu dick und zu breit ſind.

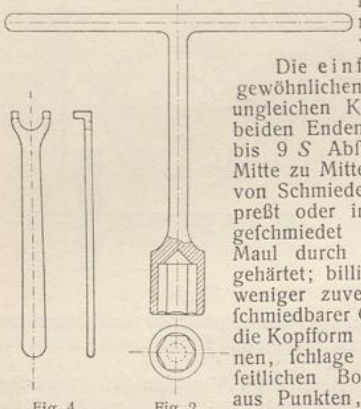


Fig. 4. Fig. 2.

Die einfachen Schlüſſel (Fig. 1) und die gewöhnlichen Doppelſchlüſſel mit zwei ungleichen Köpfen an beiden Enden, in 8 *S* bis 9 *S* Abſtand von Mitte zu Mitte, werden von Schmiedeeiſen gepreßt oder im Geſenk geſchmiedet und im Maul durch Einſetzen gehärtet; billiger, aber weniger zuverläſſig iſt ſchmiedbarer Guß. Um die Kopfform zu zeichnen, ſchlage man die ſeitlichen Bogenſtücke aus Punkten, die auf den Sechseckſeiten des Maules um 45° von deſſen Mittellinie abſtehen, und das mittlere Bogenſtück aus dem Mittelpunkte. Läßt man den Griff um 15 oder 45° von der Mittellinie des Maules abweichen, ſo gelingt es, durch Umwenden des Schlüſſels die Mutter im kleinſten freien Winkelraume um je $^1/_6$ Umdrehung anzuziehen (Wendeſchlüſſel). Für eingelaſſene Muttern braucht man den Steckſchlüſſel (Fig. 2) oder den Hülſenſchlüſſel (Fig. 3). Iſt nur die Stirnfläche der Mutter zugänglich und mit Schlitzen oder Löchern verſehen, ſo benutzt man den Gabelſchlüſſel (Fig. 4) oder den Schlüſſel mit geſchloſſenem Kopf (Fig. 5), auch mit axialem Stiel. Der Nuten-

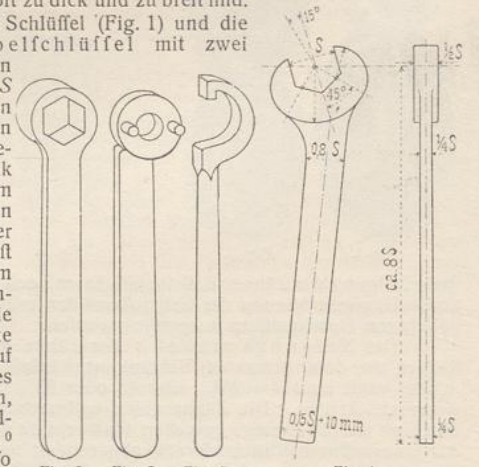


Fig. 3. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 1.

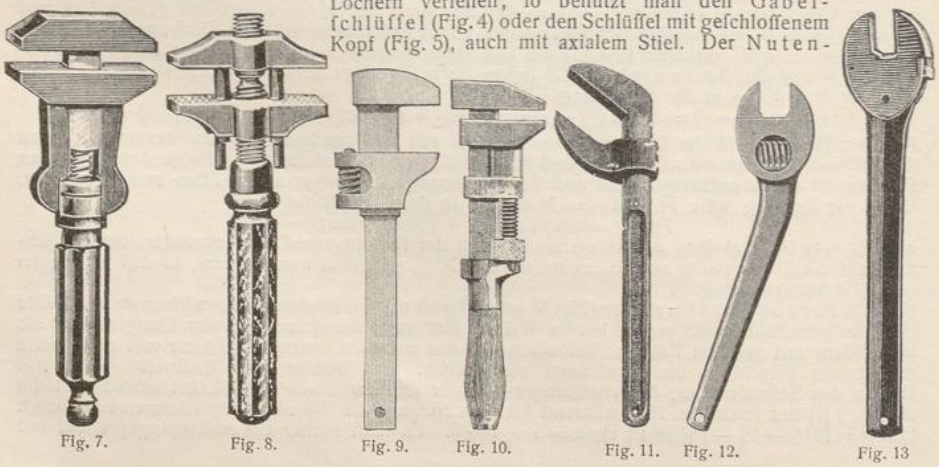


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13

ſchlüſſel (Fig. 6) umfaßt den Mantel zylindriſcher, mit 4—12 Längsnuten von 0,3 *S* Breite verſehener Muttern auf den halben Umfang von 1,25 *S* Durchmeſſer; der Hakenſchlüſſel, der mit einem Zapfen von 0,3 *S* Durchmeſſer in Löcher am Mantel eingreift, umfaßt nur $^1/_4$ Umfang.

Man benennt die Schlüſſel nach der zugehörigen Schraubenſtärke. Von doppelmäuligen, geſchmiedeten Schlüſſeln koſtet 1 Stück für $^1/_4$/$^5/_{16}$″ ca. 0,50 ℳ; $^1/_2$/$^5/_8$ ca. 1 ℳ; 1/$1^1/_8$ ca. 2,5 ℳ; $1^1/_2$/$1^5/_8$ ca. 6 ℳ; ein Satz von 6 Stück für $^1/_4$ bis $1^3/_8$″ ca. 12 ℳ. Gepreßte koſten nur etwa halb ſo viel.

Verſtellbare Schlüſſel ſind hauptſächlich in folgenden Arten gebräuchlich: Engliſche (Fig. 7), bei denen der drehbare Handgriff die Mutter für die Spindel des äußeren Backens enthält, mit einigen Abarten: nach Keßler, Mannhardt, Billing oder Clarfeld & Köckler, Preis 5—15 ℳ. Franzöſiſche (Fig. 8) mit Rechts- und Linksſchraube verſchiedener Steigung am Holzgriff, nicht beſonders kräftig, 3—5 ℳ. Schweizer (Fig. 9) mit einer Schnecke, die am Rücken des Stieles in eine Verzahnung eingreift, bequem und feſt, 7—20 ℳ. Amerikaniſche nach Coe (Fig. 10) mit vorn liegender, in den inneren Backen eingreifender Schraube, wenig handlich, 2—6 ℳ; der Acmeſchlüſſel enthält im inneren Backen die Mutter für die feſtſtehende Schraube. Cam (Fig. 11) hält vermöge der ſchrägen Stellung der Backen durch Klemmung feſt, iſt aber reichlich dick im Kopf, 7—20 ℳ. Clyburn (Fig. 12) verſchiebt mittels drehbarer Schnecke und Verzahnung den einen Backen quer im Kopf, 5—20 ℳ. Schwarzkopff (Fig. 13) verſchiebt den Backen mit kurzer Lenkſtange von dem im Kopf gelenkig ſitzenden und als Hebel wirkenden Griffe aus, ſo daß ſich die Maulweite beim Anlegen des Schlüſſels faſt ſelbſttätig einſtellt, 5—15 ℳ, ganz von Stahl bis 50 ℳ. *Lindner.*

Schraubenſchneidmaſchine, ſ. Schraubenfabrikation.

Schraubenſicherungen verhindern durch Klemmung oder Sperrung das Loſewerden von Schraubenmuttern, die nicht infolge eigner Reibung feſtſitzen.

Um die Gewinde- und Stützreibung auch bei Erſchütterungen dauernd wirkſam zu halten, reicht in manchen Fällen ein elaſtiſcher Druck aus, hervorgebracht durch hohlgewölbte federnde Unterlagſcheiben oder durch die Anſpannung des Schraubenſchaftes, der faſt in ganzer Länge auf den Kernquerſchnitt beſchränkt wird, wie bei den Parſonsbolzen (Bd. 7, S. 43), oder durch aufgeſchlitzte federnde Ringe (Fig. 1), die von der Schraubenmutter flachgedrückt werden und wohl mit ihren Kanten ſperrend wirken ſollen. Zuverläſſiger halten geſchlitzte Muttern, deren Fuge durch eine Spannſchraube zuſammengezogen wird. Auch kommen geſchlitzte und aufgetriebene Bolzen vor. Stiftſchrauben ſichert man durch kegelförmige Anläufe oder durch das koniſch auslaufende Gewinde (wie bei den Rohrverſchraubungen).

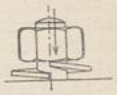


Fig. 1.

Gegenmuttern (Kontermuttern) (Fig. 2) bieten eine beliebig einſtellbare Sicherung. Sie klemmen ſich mit den an ihrer Berührungsfläche auslaufenden Gängen im Gewinde des Bolzens feſt ein, ſo daß ſie ſich weder einzeln noch gemeinſam bewegen, bis ſie mit zwei Schraubenſchlüſſeln getrennt werden. Man benutzt deshalb auch ein Paar Muttern anſtatt eines Schraubenkopfes zum Einſetzen von Stiftſchrauben. Für leicht beanſpruchte Schrauben, z. B. an Deckeln abwärts belaſteter Lager, genügt es, der oberen Mutter oder beiden eine geringere Höhe von 0,7 *d* ſtatt *d* zu geben. Bei ſtarkem Zug in dem Bolzen ſollte man die obere Mutter von normaler Höhe nehmen, wenn die Muttern auf unbelaſtetem Bolzen feſt eingeſtellt werden, weil dabei die obere Mutter im Gewinde von vornherein ſo anliegt, daß ſie den Bolzenzug allein aufnimmt; hierbei dürfte die untere Mutter niedrig ſein, wenn man ſie nur mit dem Schlüſſel noch gut faſſen kann. Wird dagegen der Bolzen durch die untere normale Mutter angeſpannt oder unter Laſt angezogen, ſo genügt für die obere Mutter, von der ſich eigentlich nur der unterſte Gang einklemmt, eine geringe Höhe von 0,6 *d*. Zwei volle Muttern machen die Verbindung plump. Vor umlaufenden Naben ſichern Doppelmuttern, beſonders bei Erſchütterungen, nicht zuverläſſig.

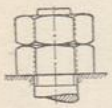


Fig. 2.

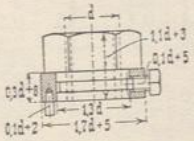


Fig. 3.

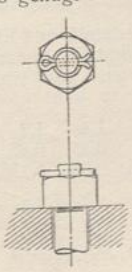


Fig. 4.

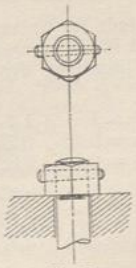


Fig. 5.

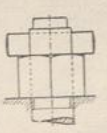


Fig. 6.

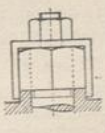


Fig. 7.

Radiale Stellſchrauben läßt man, damit ſie das Gewinde nicht verdrücken, auf einen bis auf den Kern abgedrehten Teil der Schraube wirken, wie bei den gußeiſernen Schrauben, die an Hänge- und Stehlagern (Bd. 6, S. 54, Fig. 18) die Schalen der Höhe nach verſtellen und halten, oder man legt unter die Stellſchraube ein mit dem Muttergewinde geſchnittenes Klötzchen in die Mutter ein. Die Sicherung von Penn (Fig. 3) iſt gut, aber nicht billig, beſonders an Pleuelköpfen üblich (vgl. S. 160).

Splinte (Fig. 4) von 0,15 $d + 3$ mm Stärke im Bolzenende verhüten das Ablaufen loſe gewordener Muttern (hauptſächlich an Fahrzeugen). Wenn ſie dicht auf der Mutter anliegen, geben ſie ihr einigen Halt. Stifte (Fig. 5) von 0,13 $d + 2$ mm Stärke, die ſchlank koniſch quer durch Mutter und Bolzen eingetrieben ſind, halten ſie in der einmal gegebenen Stellung feſt, z. B. an Kolben. Splintkeile (Fig. 6) von 0,5 *d* Höhe und 0,2 *d* Dicke, die womöglich in Nuten der Mutterſtirnfläche eingreifen, ſind an den Fundamentankern von Dampfhämmern

gebräuchlich. Ueber die Mutter geſteckte Bügel (Fig. 7) oder Kappen werden entweder an der Unterlage oder am Bolzen widergehalten, der dazu mit einem Vierkant oder Fünfkant zu verſehen iſt. Einfacher benutzt man am Rande ſchräg eingeſchnittene und aufgebogene Unterlagſcheiben, die wieder gegen den Grund geſperrt werden. Das neben der Mutter angeſchraubte Sperrklötzchen (Fig. 8) kann in verſchiedenen Lagen die Sechseckſeite berühren, allenfalls an zwei oder drei Stellen mit 40° Abſtand um die Mutter verſetzt werden. Der Legeſchlüſſel (Fig. 9) paßt nach je 20° Drehung für eine oder zwei benachbarte Muttern. Verſieht man die Mutter mit einem gezahnten Kranz (Fig. 10), ſo kann man dieſen durch eine Sperrfeder ſichern, die das Nachſtellen der Mutter nicht behindert. Eine Vernietung des Gewindes, wenn auch nur durch einen Körnerſchlag, iſt auf Dauerverbindungen beſchränkt. Der Nietkopf an Stehbolzen dient gleichzeitig noch zur Abdichtung. *Lindner.*

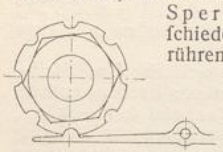


Fig. 10.

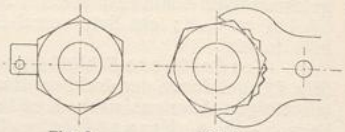


Fig. 8. Fig. 9.

Schraubenſtange, f. Stengelhaken.

Schraubenſyſteme geben für Befeſtigungsſchrauben eine gewiſſe Profilform und ihre Abmeſſungen für eine Reihe von Bolzenſtärken an.

Das metriſche Gewinde S.J. (internationales Syſtem) gilt für die Befeſtigungsſchrauben des Maſchinenbaues nach Vereinbarung deutſcher, franzöſiſcher, ſchweizeriſcher und belgiſcher Ingenieure in Zürich 1898 [1]. Das eingängige rechtsläufige Gewinde hat als Grundform des Profils (Fig. 1) ein gleichſeitiges Dreieck von 60° Kantenwinkel mit der Ganghöhe h (ſ. Tabelle) und der radialen Tiefe $T = h \cos 30°$, jedoch mit gerader Abſtumpfung der ausſpringenden Kanten um $^1/_8\,T$ am Bolzen- und Muttergewinde und mit einer beliebigen Ausrundung der einſpringenden Ecken, ſo daß (zur Vermeidung radialer Klemmungen) vor den Kanten ein Spielraum entſteht, deſſen Tiefe nicht mehr als $^1/_{16}\,T$ betragen ſoll. Hiernach beträgt die radiale Auflagebreite $^3/_4\,T = 0{,}6495\,h$; die lichte Weite einer Mutter oder eines vorgebohrten Schraubenloches für Stiftſchrauben $d' = d - 2 \cdot {}^3/_4\,T = d - 1{,}3\,h$; die am Bolzen und in der Mutter einzuſchneidende Gewindetiefe $t =$ höchſtens $^{13}/_{16}\,T$ oder $0{,}704\,h$, alſo $t =$ rund $0{,}7\,h$ [6]; der Kerndurchmeſſer $d_1 = d - 2\,t = d - 1{,}4\,h$; der Kernquerſchnitt $f_1 = 0{,}5\,d^2$ bis $0{,}6\,d^2$. — Die Schlüſſelweite S [2], nämlich das Grenzmaß, das der Schlüſſel nicht nach innen und die Mutter nicht nach außen überſchreiten ſoll, gilt für rohe und bearbeitete Muttern und Köpfe. Es wird empfohlen, die Höhe der Mutter $= d$ und die Höhe des Kopfes $= 0{,}7\,d$ zu nehmen.

Schraubendurchm.	d =	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Ganghöhe	h =	1,0	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5	1,75	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	
Schlüſſelweite	S =	12	13	15	16	18	19	21	23	26	29	32	35	38	42	46	
Lichte Weite der Mutter	d' =	4,7	5,7	6,38	7,38	8,05	9,05	9,73	11,4	13,4	14,75	16,75	18,75	20,1	23,1	25,45	
Kerndurchmeſſer	d_1 =	4,6	5,6	6,25	7,25	7,9	8,9	9,55	11,2	13,2	14,5	16,5	18,5	19,8	22,8	25,1	
Kernquerſchnitt	f_1 =	0,166	0,246	0,306	0,412	0,490	0,622	0,716	0,985	1,37	1,65	2,13	2,68	3,07	4,08	4,94	
	d =	33	36	39	42	45	48	52	56	60	64	68	72	76	80	mm	
	h =	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0	6,5	6,5	7,0	„	
	S =	50	54	58	63	67	71	77	82	88	94	100	105	110	116	„	
	d' =	28,45	30,8	33,8	36,15	39,15	41,5	45,5	48,85	52,85	56,2	60,2	63,55	67,55	70,9	„	
	d_1 =	28,1	30,4	33,4	35,7	38,7	41,0	45,0	48,3	52,3	55,6	59,6	62,9	66,9	70,2	„	
	f_1 =	6,20	7,25	8,76	10,0	11,7	13,2	15,9	18,3	21,4	24,2	27,9	31,0	35,1	40,7	qcm	

Das metriſche Gewinde für Feinmechanik und Elektrotechnik, fogenanntes Löwenherz-Gewinde [3] (Fig. 2), hat in einem Quadrat $T = h$ die Flankenneigung 1 : 2 oder den Spitzenwinkel 53°8′ und mit Abflachung der aus- und einſpringenden Kanten um $^1/_8\,T$ die Tiefe $t = {}^3/_4\,T = 0{,}75\,h$.

Schraubendurchmeſſer	d =	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	mm
Ganghöhe	h =	0,25	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,5	0,6	„
Kerndurchmeſſer	d_1 =	0,625	0,825	0,95	1,175	1,4	1,7	1,925	2,25	2,6	„
	d =	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	mm
	h =	0,7	0,75	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	„
	d_1 =	2,95	3,375	3,8	4,15	4,5	5,35	6,2	7,05	7,9	„



Fig. 1.

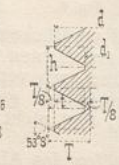


Fig. 2.

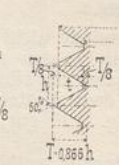


Fig. 3.

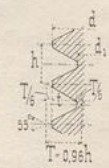


Fig. 4.

Das amerikaniſche Sellers-Gewinde (Fig. 3) hat 60° Spitzenwinkel mit $T = h \cos 30°$ und iſt an den Kanten um $^1/_8\,T$ abgeflacht, ſo daß $t = {}^3/_4\,T = 0{,}6495\,h$ iſt. Die Ganghöhe iſt aus der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Das in England und auf dem Kontinent noch meiſt gebräuchliche [5] Whitworth-Gewinde (Fig. 4) hat 55° Spitzenwinkel mit $T = {}^1/_2\,h \operatorname{ctg} 27{}^1/_2{}° = 0{,}96\,h$ und iſt an den aus- und einſpringenden Kanten abgerundet, wobei $t = {}^2/_3\,T = 0{,}64\,h$ iſt. Die Ganghöhe wird reziprok durch die Zahl der Gänge auf 1″ angegeben. Die Schlüſſelweite S wird verſchieden ausgeführt, annähernd $1{,}4\,d + 5$ mm, mit dem äußerſten Platzbedarf $S/\cos 30° = 1{,}15\,S$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schraubendurchmeſſer	d =	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	
	=	6,35	7,94	9,52	11,11	12,70	15,87	19,05	22,22	25,40	28,57	31,75	34,92	
Kerndurchmeſſer	d_1 =	4,72	6,13	7,49	8,79	9,99	12,92	15,80	18,61	21,33	23,93	27,10	29,50	
Kernquerſchnitt	f_1 =	0,175	0,295	0,441	0,607	0,784	1,31	1,96	2,72	3,57	4,50	5,77	6,83	
Mutter über Eck 1,15	S =	15	18	22	24	27	31	38	42	46	52	58	62	
Gänge auf 1″	z =	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	7	6	
Desgl. für Sellers	z =	20	18	16	14	13	11	10	9	8	7	7	6	
Desgl. für Feingewinde	z =	—	—	—	—	—	12	12	12	10	10	10	8	

d =	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	5	6″ engl.
=	38,10	41,27	44,45	47,62	50,80	57,15	63,50	69,85	76,20	82,55	88,90	95,25	101,6	127,0	152,4 mm
d_1 =	32,68	34,77	37,94	40,40	43,57	49,02	55,37	60,55	66,90	72,57	78,92	84,40	90,75	115,2	139,4 „
f_1 =	8,39	9,50	11,31	12,82	14,91	18,87	24,08	28,80	35,15	41,36	48,92	55,95	64,68	104,2	152,6 qcm
1,15 S =	67	73	77	83	88	98	108	119	129	140	150	159	170	211	252 mm
z =	6	5	5	4 1/2	4 1/2	4	4	3 1/2	3 1/2	3 1/4	3 1/4	3	3	2 3/4	2 1/2 —
z =	6	5 1/2	5	5	4 1/2	4 1/2	4	4	3 1/2	3 1/2	3 1/4	3	3	2 1/2	2 1/4 —
z =	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	5	5	4 1/2	4 —

Außerdem enthält das Syſtem die Schrauben von 1/16 bis 7/32 in 1/32 Zoll, fodann bis 1″ die 1/16 und bis 6″ die 1/4.

Feingewinde mit größerer Gangzahl auf 1″ nach vorſtehender Tabelle und entſprechend kleinerer Steigung empfiehlt ſich für Befeſtigungsſchrauben von Stahl, z. B. an Zylinderdeckeln, Pleuelköpfen, wogegen gröberes, abgerundetes Gewinde für ſtarke Stiftſchrauben in Gußeiſen angewendet wird. — Bei den preußiſchen Staatsbahnen erhalten Stehbolzen und Gewindezapfen an Armaturen von Metall bei 20—30 mm Stärke zehn Gänge auf 1 Zoll.

Gasgewinde für Gasrohre und überhaupt für ſchmiedeeiſerne Rohre, nach deren Lichtweite es bezeichnet wird, hat Whitworth-Profil und erhält nach Vereinbarung deutſcher Vereine [4] folgende abgerundete Werte für Außendurchmeſſer und Gangtiefe.

Lichtweite	d =	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	3	3 1/2	4″ engl.
Außendurchm.	D =	13	16,5	20,5	23	26,5	33	42	48	52	59	(66)	76	89	101,5	114 mm
Kerndurchm.	D_1 =	11,3	14,8	18,2	20,7	24,2	30	39	45	49	56	(63)	73	86	98,5	111 „
Gangtiefe	t =	0,85	0,85	1,15	1,15	1,15	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5 „
Gänge auf 1″	z =	19	19	14	14	14	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11 —

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 1370. — [2] Ebend. 1900, S. 1556. — [3] Ebend. 1893, S. 474, und 1895, S. 972. — [4] Ebend. 1903, S. 1236. — [5] Ebend. 1896, S. 125—127. — [6] Werkſtattstechnik 1907, S. 3—14.

Lindner.

Schraubenwelle, ſ. Schiffswelle.

Schraubenzieher, meißelartiges Werkzeug zum Feſt- und Losdrehen von Schrauben mit Einſchnitt im Kopf.

Schraube ohne Ende, ſ. Schnecke (Wurm).

Schraubſtahl, ſ. Werkzeugſtähle.

Schraubſtock, Hilfsmittel zum Feſthalten eines Arbeitsſtückes beſteht aus einer Bearbeitung. Das Maul zur Aufnahme des Arbeitsſtückes beſteht aus einer feſten und einer beweglichen Backe. Die letztere macht entweder eine bogenförmige oder eine geradlinige Bewegung. Hiernach zerfallen die Schraubſtöcke in Flaſchenſchraubſtöcke und Parallelſchraubſtöcke.

Fig. 1 zeigt einen gewöhnlichen Flaſchenſchraubſtock, welcher an einer Werkbank mittels Bügel *e* und Nägeln oder Holzſchrauben und im Fußboden durch den nach unten verlängerten Fuß *f* feſtgemacht wird. In den Seitenwänden *d* an der feſten Backe *a* iſt der Zapfen *c* angebracht, um welchen ſich die bewegliche Backe *b* dreht, während ſie von einer nicht ſichtbaren Blattfeder ſtets nach außen gepreßt gehalten wird. Dadurch öffnet ſich das Maul ſtets von ſelbſt, wenn mit dem Griffe *k* die Schraube *i* aus der Mutter *g* herausgedreht wird. Auch wird durch die Feder verhindert, daß die loſe in der feſten Backe ſitzende und durch eine Naſe an der Drehung verhinderte Mutter aus der Backenöffnung herauskommt. Wegen der bogenförmigen Bewegung der Backe *b* muß die letztere ein längliches Loch für die Schraube *i* haben, während die Anſätze *p* der Schraube und *h* der Mutter abgerundet ſind, um der Neigung dieſer Teile folgen zu können. Durch die Schutzplatte *l* werden herabfallende Feilſpäne von der Schraube *i* abgehalten. Kleine Schraubſtöcke werden an der Werkbank mittels Schraubzwinge befeſtigt. Um zarte Sachen gegen Beſchädigung durch die geriffelten Backenflächen zu ſchützen, verkleidet man letztere mit Backen aus Blei, Meſſing, Kupfer, Eiſenblech (Spannbleche), Holz. Man erſetzt die Backen auch durch Spannkluppen, von denen eine in Fig. 2 dargeſtellt iſt. Die gelenkig verbundenen Schenkel *m m* ſind mit Holzbacken *n n* verſehen und werden durch Federn *o* geſpannt. Um am Arbeitsſtück ſchräge Flächen beſſer feilen (abreifen) zu

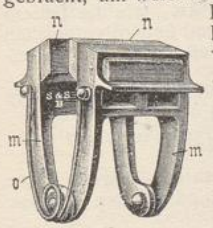


Fig. 2.

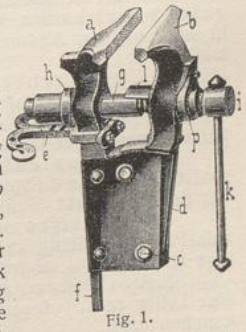


Fig. 1.

können, ſetzt man es in das Maul eines Reifkolbens (Fig. 3) und den letzteren in das Maul des Schraubſtockes. Der Fehler des Flaſchenſchraubſtockes iſt, daß die Backenflächen nur in einer Stellung der Backen parallel, in allen andern Stellungen aber ſchräg zueinander ſtehen, daher das Arbeitsſtück nur in einer Kante auf jeder Seite faſſen. Man benutzt beſſer Parallelſchraubſtöcke, deren Backenflächen ſtets parallel zueinander ſtehen. Die Einrichtung iſt ſehr verſchieden. Die äußere Backe kann mit der auf der Werkbank ruhenden Grundplatte aus einem Stücke beſtehen und die hintere Backe in einem Stück mit einem rechtwinklig gebogenen Arme, der in eine Höhlung der Grundplatte eingreift. Zur Verbindung der beiden Backen dient eine Schraubenſpindel oder eine Klemmbacke, welch letztere in eine Verzahnung an der Grundplatte oder an dem Arme der beweglichen Backe eingreift. Bei Schraubſtöcken mit unbeweglich gelagerter Schraubenſpindel muß man dieſe beſtändig drehen, um die bewegliche Backe zu verſchieben. Bei Schraubſtöcken mit Klemmbacke kann man die bewegliche Backe ſofort in die gewünſchte Lage bringen und erſt dann die Klemmbacke anziehen. Dadurch wird beim Umſpannen für verſchieden dicke Arbeitsſtücke Zeit gewonnen. Beſondere Arten des Schraubſtockes ſind Feilkloben (ſ. d.) und Sägefeilkluppen (ſ. d.).



Fig. 3.

† *E. Dalchow.*

Schraubzwinge, Hilfsmittel zur zeitweiſen Verbindung zweier Teile aus beliebigen Stoffen, vorzüglich Holz, Metall; vgl. a. Leimzwinge, Bd. 6, S. 132.

Schreibfedern, ſ. Stahlfedern.

Schreibmaſchine, mechaniſche Vorrichtung zur Erzeugung von Typenſchrift, bei welcher zum Unterſchied von Typendruckpreſſen die einzelnen Schriftzeichen nacheinander zum Abdruck gelangen.

Die erſten Verſuche zur Herſtellung von Schreibmaſchinen gehen bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts zurück (Mill, England). Die erſte fabrikmäßige Herſtellung erfolgte 1841 durch Hanſen (Dänemark), deſſen Maſchine jedoch keine Verbreitung erlangte. 1867 wurde die grundlegende Erfindung durch Latham Sholes in Milwaukee, Ver. Staaten, gemacht, welche unter Mitwirkung von Soulé und Glidden, ſpäter Densmore und Yoſt durch die Gewehrfabrik Remington Sons in Ilion im Staate New York zur fabrikmäßigen Ausführung gelangte. Die erſte praktiſch verwendbare und weit verbreitete Schreibmaſchine erhielt nach den Fabrikanten den Namen Remington Typewriter oder Typenſchreiber.

Die Handhabung ſämtlicher zum praktiſchen Schnellſchreiben geeigneter Schreibmaſchinen geſchieht durch Niederdrücken von Taſtenknöpfen, welche, in beſtimmter Reihenfolge angeordnet, die Klaviatur (Key board) bilden, mit den Fingern beider Hände. Von den Taſten wird die Bewegung auf die Typenträger übertragen. Das Papier wird über eine als Druckunterlage dienende Rolle gelegt, die, auf einem Schlitten gelagert und der Schreiblinie entlang in gleichen Abſtänden durch ein Schaltwerk fortbewegt, nach Beendigung jeder Zeile gedreht und auf den Anfang ihrer Bahn zurückgeſtellt wird, um die einzelnen Zeilen herzuſtellen.

Neben dieſen vollkommenen Schreibmaſchinen entſtanden ſeit deren Verwendung auch einfachere Vorrichtungen, bei welchen die Bedienung nicht durch Niederdruck von Taſten, ſondern durch Verſchiebung eines ſämtliche Typen enthaltenden Körpers und durch Abdruck der jeweils auf dieſe Weiſe in Druckſtellung gebrachten Lettern geſchieht. Während die erſteren (Taſtenſchreibmaſchinen) Schreibſchnelligkeiten bis zum Vierfachen der gewöhnlichen Schreibſchnelligkeit der Feder ermöglichen, geht bei den letzteren (Zeigermaſchinen) die Schreibſchnelligkeit in der Regel nicht über die Schnelligkeit des Federſchreibens hinaus.

Hinſichtlich der Bauart unterſcheiden ſich ſowohl die Taſtenſchreibmaſchinen als die Zeigerſchreibmaſchinen unter ſich je nach der Art, wie die einzelnen Einrichtungen zur Erzeugung der Schrift ausgeführt und wie die arbeitenden Teile ausgebildet ſind.

Taſtenſchreibmaſchinen.

Die weſentlichen Unterſcheidungsmerkmale der verſchiedenen Taſtenſchreibmaſchinen beziehen ſich nicht bloß auf die Art, wie die Taſtendrücke mechaniſch in den Druck einer Letter auf die Schreibfläche übergeführt werden, ſondern auch auf die Art, wie die Lettern geſchwärzt werden, wie die Anbringung der nötigen Zahl der Taſten und Lettern vorgeſehen iſt und wo der Abdruck zuſtande kommt. Demgemäß unterſcheidet man unter den Taſtenmaſchinen:

1. Typenhebelſchreibmaſchinen, bei welchen durch den Niederdruck jeder Taſte ein Hebel zum Anſchlag gebracht wird, welcher einen Typenſtempel trägt.

2. Typenrad-(-zylinder, -ſchiffchen)-Maſchinen, welche alle Typen in einem drehbaren Typenkörper vereinigen.

3. Bandmaſchinen, bei welchen der Anſchlag der Typen durch das Gewebe eines zwiſchen Letter und Papier eingeſchobenen, mit Farbe getränkten Bandes hindurch den Abdruck der Schrift bewirkt.

4. Farbkiſſenmaſchinen, d. h. ſolche, bei welchen jede Letter vor dem Auftreffen aufs Papier ſelbſttätig an einem Stempelkiſſen gefärbt wird und welche direkt, ohne Zwiſchenlage eines Bandes, abdrucken.

5. Volltaſtermaſchinen, bei welchen durch den Niederdruck einer Taſte jeweils nur eine Letter in ſchwingende Bewegung verſetzt wird und nur dieſe eine Letter zum Abdruck kommen kann.

6. Umſchaltemaſchinen, welche mit einem Taſtendruck zwei oder mehr Lettern in Bewegung ſetzen, von welchen eine beſtimmte zum Abdruck gelangt, je nach der Stellung der Druckunterlage (Walze), die durch Niederdruck einer „Umſchaltetaſte“ eingerückt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

7. Verdeckt ſchreibende Maſchinen, bei welchen der Abdruck an einer im Augenblick des Schreibens dem Auge unzugänglichen Stelle erfolgt.

8. Offen (ſichtbar) ſchreibende Maſchinen, bei welchen der Abdruck offen, d. h. an einer während des Schreibens den Blicken des Schreibers zugänglichen Stelle geſchieht.

Außer den vorſtehend aufgeführten Hauptunterſchieden treten noch ſolche hinſichtlich der Führung des Papieres oder der Hebel und Typen, der Art der Zeilen und Buchſtabenſchaltung und andrer Verrichtungen hervor, welche jedoch hier übergangen werden können. — Die vorſtehenden acht Hauptmerkmale, von denen je zwei ſich gegenſeitig ausſchließen, laſſen ſechzehn verſchiedene Variationen (Klaſſen) zu. Innerhalb einzelner dieſer ſechzehn Klaſſen ſind noch beſondere Eigentümlichkeiten in der Anordnung und Geſtaltung der Typenhebel, der Taſtatur und des Typenrades zu erwähnen, die bei Aufführung der einzelnen Maſchinen im beſondern erwähnt werden. — Von den ausgeführten Maſchinen werden eine Reihe nicht mehr gebaut, haben alſo zurzeit nur noch hiſtoriſches Intereſſe. Dieſe werden, ſofern ſie einmal eine nennenswerte Verwendung gefunden haben, in der Klaſſe, welcher ſie angehören, kurz angeführt. Die namentlich in Deutſchland im Verkehr befindlichen Maſchinen ſollen, ſoweit es der verfügbare Raum geſtattet, nachſtehend näher beſchrieben werden. Der dabei gebrauchte Ausdruck „Univerſaltaſtatur“ bezeichnet die bei der erſten Schreibmaſchine (Remington) angewendete Ordnung der Taſten nach der Häufigkeit der Schriftzeichen und Zweckmäßigkeit der Lage. Die Univerſaltaſtatur iſt faſt bei ſämtlichen Schreibmaſchinen durchgeführt. Die bekannteſten und im Verkehr befindlichen Maſchinen ſind mit * gekennzeichnet. Abbildungen der Maſchinen und ihrer Einzelteile zu bringen iſt hier ohne vorzugsweiſes Eingehen auf beſtimmte Syſteme unmöglich; deshalb wurden überall die Vertriebsſtellen angegeben, von welchen Näheres über Einzelheiten in Erfahrung gebracht werden kann.

A. Typenhebelſchreibmaſchinen.

Klaſſe 1. Typenhebel. Bandfärbung. Volltaſtatur. Verdeckte Schrift.

Caligraph-Schreibmaſchine. Wird nicht mehr gebaut.

Cleveland-Maſchine. Aehnlich wie New Century Caligraph, hat eine eigenartige Typenhebelführung. Univerſaltaſtatur. Fabrikation ſcheint aufgegeben.

Duplex-Schreibmaſchine, ähnlich wie Jewett, jedoch mit vermehrter Hebelzahl und Taſtenzahl, hat zwei kleine Alphabete in eigner Anordnung und ermöglicht zu gleicher Zeit zwei aufeinander folgende Buchſtaben zu drucken. Wird nicht mehr gebaut.

* Friſter & Roßmann-Schreibmaſchine (von der Aktiengeſellſchaft vormals Friſter & Roßmann, Berlin). Iſt nach dem Modell der urſprünglichen Caligraph-Maſchine gebaut, hat 78 Taſten, eigne Taſtenordnung, Lagerung der Typenhebel im Vollkreis. Beſondere Eigentümlichkeit: Drehachſe der Taſthebel in einem Vorbau vor der Taſtatur.

Germania-Schreibmaſchine. Deutſche Nachbildung der Jewett-Maſchine, fabriziert von Scheffer-Hoppenhöfer, Sundern (Weſtf.). Unbekannt, ob noch ſolche Maſchinen hergeſtellt werden.

Hartford-Schreibmaſchine. Dieſelbe Ausführung und Bau wie Cleveland. Wird nicht mehr gebaut.

Jewett-Maſchine. Aehnlich wie New Century Caligraph, beſonders unterſchieden von dieſer durch eigenartige Anordnung der Verbindungen zwiſchen Taſthebel und Typenhebel. Wenig mehr im Verkehr. Fabrikation ſcheint aufgegeben zu ſein.

New Century Caligraph. Aehnlich wie Friſter & Roßmann-Maſchine, nur mit andrer Anordnung der Taſthebel und Taſten, ohne Vorbau. Wird nicht mehr gebaut.

* Smith-Premier-Schreibmaſchine (ältere Bauart). Fabrikanten: Smith Premier Typewriter Co., Syracuſe N. Y. (Amerika). Hat 84 Taſten und Hebel. Univerſaltaſtatur. Lagerung im Vollkreis. Beſondere Eigentümlichkeit: Lange, unter ſchiefem Winkel zum Radius des Lagerkreiſes liegende Lagerachſen der Hebel. Antrieb der Zugſtangen durch horizontale Wellen. Vertrieb durch vorſtehende Geſellſchaft, Zweigſtelle Berlin.

Klaſſe 2. Typenhebel. Bandfärbung. Volltaſtatur. Offene Schrift.

* Barlock-Schreibmaſchine (auch Columbia Typewriter). Fabrik: Barlock Typewriter Manufacturing Co., New York. Hat 78 nach der Univerſaltaſtatur geordnete Taſten. Lagerung der Hebel in horizontalem Halbkreis. Die in Ruhe aufrechtſtehenden Hebel ſchlagen abwärts nach hinten. Eigentümlichkeit: Die Hebel ſchlagen der Treffſicherheit halber in der Nähe des Druckpunktes zwiſchen aufrechtſtehende koniſche Zapfen.

* Smith-Premier-Schreibmaſchine Modell 10. Fabrikanten: Smith Premier Typewriter Co., Syracuſe N. Y. (Amerika). Hat 84 nach der Univerſaltaſtatur geordnete Taſten, wie die alte Smith-Premier, weicht jedoch hinſichtlich Bauart und Lagerung der Hebel von der alten Bauart ab. Die Hebel ſind in zwei in ſenkrechter Ebene liegenden Kreisſegmenten gelagert und ſchwingen in Kugellagern von unten nach oben, die oberhalb der Lagerſegmente liegende Schreibwalze vorne treffend. Die Maſchine wird mit oder ohne Kolonnenfinder und Dezimaltabulator ausgeführt. Vertrieb durch die Zweigſtelle Berlin der fabrizierenden Firma.

Klaſſe 3. Typenhebel. Bandfärbung. Umſchaltung. Verdeckte Schrift.

Densmore-Schreibmaſchine. Aehnlich wie Remington Standard; unterſcheidet ſich von dieſer durch gegliederten Hebel, deſſen Hauptlager durch Kugeln hergeſtellt iſt. Die Maſchine wird nicht mehr gebaut.

Elliot-Fiſher (ältere Bauart.) Die Maſchine hat Aehnlichkeit mit einer Remington, deren Hebel ſtatt nach oben nach unten ſchwingen. Die ganze Maſchine bewegt ſich während des Schreibens auf Schienen fort, unter welchen die ebene Schreibfläche liegt, ſie iſt daher als Buchſchreibmaſchine bekannt, ſcheint jedoch nicht mehr gebaut zu werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fox-Schreibmaſchine (ältere Ausführung). Aehnlich wie Remington. Wird nicht mehr gebaut.

Manhattan-Schreibmaſchine. Iſt die Nachbildung des Modelles 2 der Remington-Maſchine und wird nicht mehr gebaut.

National-Schreibmaſchine. Aehnlich wie Remington, jedoch mit gekrümmter Taſtatur, mit doppelter Umſchaltung; wird nicht mehr gebaut.

* Remington-Standard-Schreibmaſchine. Fabrikanten: Remington Typewriter Co., New York. Modelle 2 und 3, 5—9 haben einfache Umſchaltung und Univerſaltaſtatur. Sie iſt die älteſte Schreibmaſchinenmarke und typiſch für alle Typenhebelſchreibmaſchinen mit wenigen Ausnahmen. Die Hebel der genannten Modelle ſind in horizontalem Vollkreiſe gelagert und werden durch Zugſtangen angetrieben, welche mit den horizontalen Taſtenhebeln verbunden ſind. Um die Lagerlänge zu vergrößern, wurden bei den ſpäteren Modellen zwei Etagen von Lagern angeordnet. Vertrieb durch Glogowski & Co., Berlin.

Remington-Sholes-Schreibmaſchine. Iſt der Remington-Standard ähnlich gebaut, unterſcheidet ſich jedoch dadurch, daß bei ihr nicht die Walze, ſondern der Typenhebelkorb umgeſchaltet wird. Ob die Maſchine weiter fabriziert wird, iſt unbekannt.

Klaſſe 4. Typenhebel. Bandfärbung. Umſchaltung. Offene Schrift.

* Adler-Schreibmaſchine. Fabrik: Adlerwerke, vormals Heinrich Kleier, A.-G., Frankfurt a. M. Iſt die Nachbildung der Empire-Schreibmaſchine. Univerſaltaſtatur mit doppelter Umſchaltung. Eigentümlichkeit der Bauart: die Hebel ſind gegliedert. Der die drei in einem Stempel vereinigten Typen tragende Teil des Hebels iſt mit dem eigentlichen Hebel nicht feſt verbunden, ſondern gleitet auf einer horizontalen Bahn nach dem Druckpunkt, nach welchem die Bahnen der dreißig Hebel radial zulaufen. Die Maſchine wird mit und ohne Dezimaltabulator ausgeführt. Vertrieb durch die fabrizierende Firma.

Brooks-Schreibmaſchine. Iſt in ihrer Anordnung eine Umkehrung der Barlock-Maſchine, indem die Hebel hinter der Walze ſtehen und nach vorne ſchlagen. Ob die Maſchine noch gebaut wird, iſt unbekannt.

* Continental-Schreibmaſchine. Fabrik: Wanderer Fahrradwerke, vormals Winklhofer & Jaenicke, A.-G., Schönau bei Chemnitz. Einfache Umſchaltung der Univerſaltaſtatur. Lagerung und Antriebe der Hebel ähnlich der Underwood. Beſonderheit: Verſchluß des Typenkorbs, Dezimaltabulator eigner Bauart. Vertrieb durch die fabrizierende Firma.

Daugherty-Schreibmaſchine iſt der frühere Name der Pittsburg Viſible.

* Dictator-Schreibmaſchine (auch Victorſchreibmaſchine). Fabrik in Amerika. Univerſaltaſtatur mit einfacher Umſchaltung. Segmentlagerung der Typenhebel. Vorderanſchlag. Eigentümlichkeit: Lager der Hebel in je zwei ca. 25 mm voneinander abſtehenden Zapfen. Bandführung vertikal. Vertrieb durch Hammacher, Delius & Co., Hamburg.

* Elliott-(Buch-)Schreibmaſchine. Ausführung im Prinzip dieſelbe wie die ältere, geſtattet jedoch durch geeignete Hebelanordnung das Geſchriebene ohne Aufheben der Maſchine zu ſehen. Fabrik in Amerika. Vertrieb durch Schäfer & Clauß, Berlin W. 8.

* Emmerſon-Schreibmaſchine. Fabrik: Emmerſon Typewriter Co., Chicago Ill. Aehnliches Prinzip wie Oliver mit doppelter Umſchaltung. Die Hebel ſchlagen von beiden Seiten nach rückwärts und treffen die vordere Walzenſeite.

Empire-Schreibmaſchine, Vorläuferin der Adler-Maſchine, wie dieſe gebaut. In Amerika fabriziert. Ob ſie dort noch hergeſtellt wird, iſt unbekannt.

Engliſh-Schreibmaſchine, in England fabriziert, iſt eine Maſchine nach dem Plan der Barlock, jedoch mit doppelter Umſchaltung. Ob ſie jetzt noch hergeſtellt wird, iſt unbekannt.

Fitch Typewriter. Engliſches Fabrikat. Schlägt die geradlinig gelagerten biegſamen Hebel von hinten nach vorne, einer ſchrägen Führungsſchiene entlang. Ob noch gebaut, iſt unbekannt.

* Folding Typewriter. Amerikaniſches Fabrikat. Doppelt umſchaltend. Kleine Maſchine mit Segmentlagerung und der Eigentümlichkeit, daß der obere Teil mit der Schlittenführung nach vorne umgeklappt werden kann, wodurch die Maſchine einen ſehr kleinen Raum einnimmt und leicht mitgeführt werden kann.

* Fox-Viſible-Schreibmaſchine. Amerikaniſches Fabrikat. Lagerung der vorne anſchlagenden Hebel in zwei aufrechten Segmenten. Die Maſchine wird mit Tabulator ausgeſtattet und hat einfache Umſchaltung. Vertrieb: Visible-Schreibmaſchinen-G. m. b. H., Berlin SW. 19.

Franklin-Schreibmaſchine. Amerikaniſches Fabrikat. Iſt nach der Anlage der Barlock gebaut, mit zwei Umſchaltungen und gekrümmter Taſtatur. Ob ſie jetzt noch hergeſtellt wird, iſt unbekannt.

Granville-Schreibmaſchine. Nach dem Plan der Empire oder Adler gebaut, nur mit dem Unterſchiede, daß die die Typen tragenden Teile des gegliederten Hebels nicht auf einer horizontalen Fläche gleiten, ſondern in Einzelführungen. Automatiſche Schlittenrückführung. Maſchine ſcheint nicht mehr gebaut zu werden.

* Harris-Viſible-Schreibmaſchine. Fabrik: Keller Manufacturing Co., Philadelphia. Doppelte Umſchaltung Univerſaltaſtatur. Segmentmaſchine, nach Underwood-Anlage. Näheres unbekannt.

Jackſon Viſible Writing-Maſchine. Fabrik: Jackſon Typewriter Co., Boſton, Maſſ. Einfache Umſchaltung. Univerſaltaſtatur. Eigentümliche Hebellagerung. Horizontales Segment mit ſchiefer Hebelſtellung. Näheres unbekannt.

* Ideal-Schreibmaſchine. Fabrik: A.-G. für Feinmechanik. Seidel & Naumann, Dresden. Univerſaltaſtatur mit einer Umſchaltung. Segmentlagerung. Das Segment iſt nicht ſenk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

recht, sondern so geneigt, daß die Typen die Walze zwischen der vordersten und der obersten Mantellinie treffen. Die Maschine wird ohne oder mit einem eigenartig gebauten Tabulator ausgeführt. Vertrieb durch die fabrizierende Firma.

* Kanzler-Schreibmaschine. Fabrik: A.-G. für Schreibmaschinenindustrie, Berlin SW. 13. Gekrümmte Anlage der Universaltastatur. Mehrfach gegliederte, vorn anschlagende Hebel mit je acht Schriftzeichen, welche durch den Anschlag der Taste bezw. durch die Umschaltung eingestellt werden, indem der Typenträger durch ein verschiebbares Parallelogramm entsprechend einer der auf einem Hebelsystem angebrachten vier Tasten in vertikaler Richtung verschoben wird. Vertrieb durch die Fabrik.

* Mercedes-Schreibmaschine. Fabrik: Mercedes-Bureaumaschinen, G. m. b. H., Berlin SW. 68. Einfache Umschaltung mit Universaltastatur. Vorderanschlag. Segmentlagerung. Gesamtes Lagergestell mit Hebel, Korb und Tastatur auswechselbar. Automatischer Anzeiger für letzte Zeile. Vertrieb durch die fabrizierende Firma.

* Monarch-Schreibmaschine. Fabrik: The Monarch Typewriter Co., Syracuse N. Y. Universaltastatur mit einer Umschaltung. Segmentlagerung. Typen in Einzellagern nach Art der Remington schwingend. Vertrieb der fabrizierenden Firma in New York. Hauptvertreter M. Römlinger, Berlin.

* Norica-Schreibmaschine. Fabrik: Nürnberger Schreibmaschinenwerke Kührt & Riegelmann, G. m. b. H. Einfach umschaltende Universaltastatur. Lagerung: Segment. Zwischenglied zwischen Barlock und Ideal. Vertrieb durch die Fabrikanten.

North-Schreibmaschine. North Typewriter Manufacturing Co., London. Aehnlich gebaut wie die Brooks-Maschine mit wenigen Unterschieden in der Lagerung der Tasthebel. Maschine wird nicht mehr gebaut.

* Oliver-Schreibmaschine. Amerikanisches Fabrikat. Doppelte Umschaltung. Universaltastatur. Die Lagerung der als U-förmige Bügel gestalteten 28 Typenhebel, die von beiden Seiten nach der Mitte schlagen, ist auf symmetrisch und horizontal gegen den Druckpunkt kleiner werdenden geraden Achsen angeordnet. Die äußersten Bügel umschließen die weiter innen liegenden, so daß der nächste immer kleiner als der vorhergehende ist. In Ruhe aufrechtstehend, schlagen die Bügel auf die darunter liegende Schreibwalze. Vertrieb durch die Oliver-Schreibmaschinen-Gesellschaft, Berlin SW. 68.

Pittsburg Visible. Fabrik: Pittsburg Writing Machine Co., Pittsburg Pa. (auch Daugherty genannt). Doppelte Umschaltung. Universaltastatur. Lagerung der Hebel in flachem Segment. Hebel- und Tastenmechanik in einem abnehmbar. Unbekannt, ob die Maschine noch gebaut wird.

Polygraph-Schreibmaschine. Fabrik: Polyphon-Musikwerke A.-G., Wahren-Leipzig. Aehnlich der Barlock angeordnet. Doppelte Umschaltung.

* Regina-Schreibmaschine. Fabrik: Schilling & Krämer, Suhl. Aehnlich der Continental mit geschlossener Vorderseite. Einfache Umschaltung.

* Remington Sholes Visible. Fabrik: Remington Sholes Co., Chicago Ill. Einfache Umschaltung. Universaltastatur. Segmentlagerung. Schwingendes Band. Eigenheit: Nicht die Walze, sondern der Typenkorb wird durch die Umschaltung verstellt. Vertrieb durch die Berliner Geschäftsstelle der Fabrik.

* Remington Standard Visible, Modelle 10 und 11. Fabrik: Remington Typewriter Co., New York. Einfach umgeschaltete Universaltastatur. Lagerung in zwei in senkrechter Ebene liegenden segmentförmigen Wellen. Transportschaltung: ein Schaltzahn und zwei Schalträder. Nr. 10 enthält einen Kolonnenfinder ähnlich der neuen Smith-Premier, Nr. 11 einen eingebauten Dezimaltabulator. Vertrieb durch Glogowski & Co., Berlin W.

* Royal-Schreibmaschine. Fabrikanten: Royal Typewriter Co., New York. Einfache Umschaltung. Universaltastatur. Segmentlagerung. Zwei Ausführungen: die eine nach Art der Underwood, die andre, kleinere Form, mit tiefliegendem Segment und eigenartigem Hebelantrieb.

Salter-Schreibmaschine. Englisches Fabrikat nach Art der Barlock. Doppelte Umschaltung mit gekrümmter Tastatur. Unbekannt, ob die Maschine noch gebaut wird.

* Secor-Schreibmaschine. Fabrik in Derby Conn. Einfache Umschaltung, Universaltastatur. Segmentlagerung. Eigenheit der Buchstabenschaltung durch Ankerwerk. Eigenartige Papierhalter. Vertrieb unbekannt.

* L. C. Smith & Bros-Visible-Schreibmaschine. Fabrikanten: L. C. Smith & Bros, Typewriter Co., Syracuse N. Y. Einfache Umschaltung. Universaltastatur. Segmentlagerung. Vorderanschlag. Typenhebel in Kugeln gelagert. Umschaltung durch Heben des Hebelkorbs. Vertrieb durch L. C. Smith Visible, Basel.

* Stearns Visible-Schreibmaschine. Fabrik: E. C. Stearns & Co., Syracuse N. Y. Aehnlich wie Underwood. Einfache Umschaltung. Universaltastatur. Segmentlagerung. Eingebauter Dezimaltabulator. Vertrieb durch die Fabrikanten.

* Stöwer-Schreibmaschine. Fabrik: Bernhard Stöwer A.-G., Stettin. Einfache Umschaltung. Universaltastatur. Lagerung und Anlage nach Art der Underwood, jedoch vorne geschlossen. Vertrieb durch die Fabrik.

* Sun-Schreibmaschine. Fabrik: The Sun Typewriter Co., New York. Einfache Umschaltung. Universaltastatur. Segmentlagerung. Leichte Maschine. Eigenheit: Kann als Bandmaschine und mit Rollenfärbung benutzt werden. Vertrieb unbekannt.

* Torpedo-Schreibmaschine. Fabrik: Weilwerke, G. m. b. H., Rödelheim bei Frankfurt a. M. Universaltastatur mit einfacher Umschaltung. Segmentlagerung. Eigenheit: Verstellbarer Schlitten für Durchschläge. Vertrieb durch die Fabrik.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

* Underwood-Schreibmaſchine. Fabrik: Underwood Typewriter Co., New York. Univerſaltaſtatur mit einfacher Umſchaltung. Segmentlagerung. Kolonnenſteller mit Bremſe. Typiſche Marke für alle Steifhebelſegmentmaſchinen. Vertrieb durch J. Muggli, Frankfurt a. M.

Waverley-Schreibmaſchine. Aehnlich der Brooks-Maſchine. Unbekannt, ob ſie noch gebaut wird.

Wellington-Schreibmaſchine. Aehnlich wie Empire und Adler. Näheres unbekannt.

Klaſſe 5. Typenhebel. Kiſſenfärbung. Volltaſtatur. Verdeckte Schrift. Modelle 1—14.

* Yoſt-Schreibmaſchine. Fabrik: Yost Writing Machine Co., Bridgeport Conn. Vollkreislagerung. Univerſaltaſtatur. Gelenkhebel. Typenſchluß. Jede Type ſchlägt im Druckpunkt in eine Führungstülle und liegt im Ruhezuſtand auf einem mit Farbe getränkten Filzpolſter auf. Die neueſten Ausführungen Modell 10—14 unterſcheiden ſich nur durch verſchiedene Länge des Schlittens. Vertrieb durch A. Beyerlen & Co., Stuttgart, Berlin, Cöln, Karlsruhe.

Klaſſe 6. Typenhebel. Kiſſenfärbung. Volltaſtatur. Offene Schrift. Nicht ausgeführt.

Klaſſe 7. Typenhebel. Kiſſenfärbung. Umſchaltung. Verdeckte Schrift. Nicht ausgeführt.

Klaſſe 8. Typenhebel. Kiſſenfärbung. Umſchaltung. Offene Schrift.

Maskelyne-Schreibmaſchine. Fabrikat engliſch. Anlage nach Art der Williams-Schreibmaſchine mit einem horizontalen Segment. Doppelte Umſchaltung. Wird nicht mehr gebaut.

* Star-Schreibmaſchine. Amerika. Aehnlich wie Sun. Doppelte Umſchaltung. Segmentlagerung. Typen werden durch Anſchlag an eine Farbrolle vor dem Anſchlag gefärbt. Vertrieb: Viſible-Schreibmaſchinengeſellſchaft m. b. H., Berlin SW. 19.

Williams-Schreibmaſchine. Williams Typewriter Co. Derby Co. Einfache Umſchaltung. Univerſaltaſtatur. Gelenkhebel in zwei flachen horizontalen Segmenten gelagert, vor und hinter der Schreibwalze. Typen in Ruhelage auf zwei Farbpolſtern ſchlagen von hinten und vorne oben auf die Schreibwalze. Unbekannt, ob noch fabriziert.

* Yoſt-Schreibmaſchine, Modell 15. Yoſt Writing Machine Co., New York. Einfache Umſchaltung. Univerſaltaſtatur. Flache vertikale Segmentlagerung. Gelenkhebel wie bei Yoſt Modell 1—14. Jeder Hebel geſondertes auswechſelbares Lager. Typenſchluß. Type ſchlägt am Druckpunkt in eine Führungstülle und trifft die Schreibwalze von vorne. Auswechſelbarer Typenkorb ſamt Taſtatur. Typen einzeln auswechſelbar. Kolonnenfinder und Dezimaltabulator vereinigt, in beliebiger Stellenzahl lieferbar. Vertrieb: A. Beyerlen & Co., Stuttgart, Berlin, Cöln, Karlsruhe.

B. Typenradmaſchinen.

Klaſſe 9. Typenrad. Bandfärbung. Volltaſtatur. Verdeckte Schrift (nicht ausgeführt).

Klaſſe 10. Typenrad. Bandfärbung. Volltaſtatur. Offene Schrift (nicht ausgeführt).

Klaſſe 11. Typenrad. Bandfärbung. Umſchaltung. Verdeckte Schrift (nicht ausgeführt).

Klaſſe 12. Typenrad. Bandfärbung. Umſchaltung. Offene Schrift.

Chicago-Schreibmaſchine (früher Munſon). Chicago Writing Machine Co., Chicago Ill., Amerika. Doppelte Umſchaltung. Um horizontale Achſe drehbares Typenrad (Zylinder), enthält ſämtliche Lettern. Das Band iſt über den Zylinder geführt. Die gewünſchte Letter wird durch Drehung und Verſchiebung in der Achſe des Zylinders infolge des Taſtenniederdruckes eingeſtellt und durch einen gleichzeitig von hinten anſchlagenden Hammer auf dem zwiſchen Zylinder und Hammer durchgeführten Papier abgedruckt. Ob dieſe Maſchine noch hergeſtellt wird, iſt unbekannt.

Crandall-Schreibmaſchine. Crandall Machine Co., Groton N. Y. Doppelt umgeſchaltete gekrümmte Klaviatur. Um vertikale Achſe drehbarer Typenzylinder wird durch Taſtenanſchlag gedreht, in der Achſe gehoben oder geſenkt und zugleich gegen die dahinter liegende Schreibwalze geſchlagen. Das Band wird zwiſchen Zylinder und Walze durchgeführt. Maſchine wird nicht mehr gebaut.

* Hammond-Schreibmaſchine. Hammond Typewriter Co., New York. Doppelt umgeſchaltetes gekrümmtes Griffbrett. Eigne Taſtenanordnung (Ideal-Taſtatur). Prinzip wie Chicago. Typenzylinder durch Taſtenanſchlag eingeſtellt und Abdruck durch Hammeranſchlag von rückwärts. Doch dreht ſich der Typenzylinder um eine vertikale Achſe und ſtatt des drehbaren Zylinders wurde ſpäter ein in kreisförmiger Führung gleitendes Typenſchiffchen angeordnet. Vertrieb: Ferd. Schrey, Berlin SW. 19.

Keyſtone-Schreibmaſchine. Keyſtone Typewriter Co., Harrisburg Pa., Amerika. Aehnlich wie Hammond, nur einfacher. Maſchine wird nicht mehr fabriziert.

* Phönix-Volksſchreibmaſchine. Maſchinenfabrik Merkur, G. m. b. H., Berlin SW. Doppelte Umſchaltung. Typenrad ſchlägt gegen Schreibwalze. Eigenartiger Antrieb. Billige Maſchine.

Klaſſe 13. Typenrad. Farbkiſſen. Volltaſtatur. Verdeckte Schrift (nicht ausgeführt).

Klaſſe 14. Typenrad. Farbkiſſen. Volltaſtatur. Offene Schrift (nicht ausgeführt).

Klaſſe 15. Typenrad. Farbkiſſen. Umſchaltung. Verdeckte Schrift (nicht ausgeführt).

Klaſſe 16. Typenrad. Farbkiſſen. Umſchaltung. Offene Schrift.

* Blickensderfer-Schreibmaſchine. George C. Blickensderfer, Stamford, Amerika. Typenzylinder wird durch Taſtenanſchlag eingeſtellt und gegen die Schreibwalze geſchlagen. Zylinder durch Farbfilzrolle gefärbt. Eigne Taſtatur. Vertrieb: Groyen & Richtmann, Cöln.

* Thürey-Reformtaſtaturſchreibmaſchine Thürey Schreibmaſchinengeſellſchaft, Cöln. Doppelte Umſchaltung. Eigenartige Taſtenanordnung. Typenzylinder gefärbt durch Farbwälzchen.

Victoria-Schreibmaſchine. Gummitypenzylinder, gefärbt, eigne Taſtatur. Wird nicht mehr hergeſtellt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

C. Zeigermaſchinen.

Hier könnten verſchiedene Klaſſen unterſchieden werden, je nach Form des Typenträgers, der Räder, Zylinder, Scheiben, Platten, Stäbe u. ſ. w. Da jedoch die meiſten dieſer Maſchinen wegen ihrer geringen Leiſtungen aufgegeben ſind und nicht mehr gebaut werden, ſollen ſie nur dem Namen nach erwähnt werden. Es ſind: American (Globe), American (Doppelrad), Boſton, Crown, Columbia, Effex, Hammonia, Hall, Graphic, Kneiſt, Kochendörfer, Kosmopolit, Pocket, Odell, Merritt, People, Wislon & Torrey, World, Weſtphalia, Dollartypewriter u. ſ. w. Neuerdings wurden zwei neue in Handel gebracht.

* Liliput-Schreibmaſchine, hergeſtellt von den Deutſchen Kleinmaſchinenwerken in München. Eine um eine vertikale Achſe mittels eines Knopfes gedrehte Typenplatte wird eingeſtellt und auf die Schreibwalze niedergedrückt.

* Mignon-Schreibmaſchine. Union Schreibmaſchinengeſellſchaft m. b. H., Berlin W. 8. Durch Einſtellen eines Zeigers auf einer rechteckigen Indexplatte, welche ſämtliche Schriftzeichen enthält, wird ein Typenzylinder auf die gewünſchte Letter eingeſtellt, welche durch einen Druck auf eine Anſchlagtaſte zum Abdruck mittels Farbbands gebracht wird.

Eine Reihe von ſeither nicht erwähnten Schreibmaſchinen eigenartiger, mit keiner der vorſtehenden Klaſſen übereinſtimmender Bauweiſe ſind teils aufgegeben oder nur in wenigen Exemplaren ausgeführt worden.

Wenn die Entwicklung der Schreibmaſchineninduſtrie einerſeits nach möglichſter techniſcher Vervollkommnung ſtrebte, ſo iſt doch nicht zu verkennen, daß auch andre Einflüſſe auf die Ausbildung der Schreibmaſchinen einwirkten, welche der erſteren Abſicht zum Teil entgegenarbeiteten und ihre Verfolgung verhinderten, zum mindeſten aber erſchwerten. Dieſe ſchädlichen Einflüſſe gingen von dem die Schreibmaſchinen benutzenden Publikum aus, welches, zum großen Teil durch die Reklame verleitet, der Sichtbarkeit der Schrift beim Schreiben beſonders großen Wert beilegte, während die Kenner des Wertes der bewährten verdeckt ſchreibenden Maſchinen unentwegt bei dieſen Maſchinen blieben. Neue Unternehmungen legten ſich daher vorzugsweiſe auf die Herſtellung von Schreibmaſchinen mit offener Schrift. Dies führte dahin, daß auch die bewährteſten Fabriken dazu übergingen, teils ihre ſeitherige Bauart zu verlaſſen und neue Maſchinen mit offener Schrift und Umſchaltung herauszugeben, teils aber neben ihren eingeführten Marken neue Modelle der bezeichneten Art auszuführen, ſo daß von allen Fabriken heute offen druckende Schreibmaſchinen geliefert werden. — Die der vorteilhaften Lagerung halber faſt ausſchließlich Umſchaltetaſtatur verlangende Segmentkonſtruktion iſt an und für ſich techniſch weniger vollkommen, weil ſtets die ſeitlich gelagerten Hebel einſeitige Abnutzung aufweiſen, welchem Uebel durch geeignete techniſche Mittel zu ſteuern heute die Hauptaufgabe der Schreibmaſchinentechnik iſt. Vgl. a. die Patentſchriften Klaſſe 15 g. *Beyerlen.*

Schreibſtube, Arbeitszimmer (Bureau), bedarf einer breiten Fenſterſeite und nur geringer Tiefe. Die Fenſter ſind mit hohen Brüſtungen zu verſehen, die 20 cm über Tiſch- und Pultkante liegen, um das ſtörende Unterlicht zu vermeiden.

Die Einrichtung des Raums beſteht je nach dem Geſchäftsumfang in der nötigen Anzahl von Schreibtiſchen in Geſtalt von Flach- oder von Stehpulten mit 1, 2 bis 4 Plätzen mit oder ohne Aufſatz, in Schreibſtühlen, Bücherſchränken und Regalen, Aktenkäſten offen oder verſchließbar u. ſ. w. Die neuere Technik hat ſich der Verbeſſerung und feineren Ausbildung dieſes Mobiliars angenommen und in der Vervollkommnung desſelben große Erfolge erzielt, ſeit ſich große Fabriken mit deren Anfertigung ausſchließlich befaſſen. *Weinbrenner.*

Schrein, ſ. v. w. Schrank, ſ. Kunſtgewerbe.

Schrickpfahl (Spickpfahl), ſ. Schurbaum.

Schriftarten. In den deutſchſprachlichen Ländern unterſcheidet man mehrere Hauptgruppen, und zwar 1. die Antiquaſchriften, das ſind Schriften des ſogenannten lateiniſchen Charakters, von welchen 2. die Kurſivſchriften als Schrägſchriften eine Gruppe für ſich bilden; 3. die Frakturſchriften, die man als deutſche Schriften anſpricht, während 4. die Baſtardſchriften einen Zwiſchentypus beſitzen; eine beſondere Gattung ſtellen 5. die Schreibſchriften dar, mittels welcher die Handſchrift nachgeahmt wird.

Die ſtrengſten Anforderungen werden an die Druckſchriften geſtellt; deshalb muß von dieſen bei der Zeichnung und der Beurteilung einer Schrift ausgegangen werden. Als die fertige Grundlage aller unſrer Schriften iſt die römiſche Kapitalſchrift zu betrachten, die bereits vor Chriſti Geburt vollkommen ausgeſtaltet war. Sie beſtand nur aus großen Buchſtaben (Verſalien) und diente zu Inſchriften auf Münzen, Gedenktafeln u. ſ. w. Die in den Büchern geſchriebene Kapitalſchrift zeigte weniger ſtrenge Formen, noch vereinfachtere die bei Mitteilungen und Notizen nebenher angewendete römiſche Kurſiv, aus der ſich ſchon im 6. Jahrhundert n. Chr. eine regelrechte Schreibſchrift entwickelt hatte. Durch den Einfluß des Schreibmaterials und in dem (vielleicht temporär dominierenden) Beſtreben, das Schreiben der Buchſtaben techniſch zu vereinfachen, entſtanden aus der Kapitalſchrift die weit runderen Unzialſchriften, die bereits Ober- und Unterlängen (Anfänge der kleinen Buchſtaben) zeigen. Sodann gab es Halbunzialſchriften, die eine Vereinigung von Unzialen und römiſcher Kurſiv waren. In den Kanzleien und Schreibſtuben bildeten ſich dann die Minuskelſchriften aus (9. bis 13. Jahrhundert), die bereits aus Gemeinen (kleinen Buchſtaben) beſtanden; nur die Anfangsbuchſtaben der Abſchnitte waren Unzialen oder Kapitalen. Um das 12. Jahrhundert herum entſtand allmählich infolge des gewaltigen Einfluſſes des gotiſchen Bauſtils die gotiſche Schrift. Neben der ſtreng gotiſchen ſpitzbogigen Miſſalſchrift

Schriftarten deutſ
Schulfraktur.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten de
Mainzer-Fraktur.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deut
Deutſche Werkſchrift „Rediviva".
Benjamin Krebs Nachf., Frankfurt a.M.

Schriftarten deu
Halbfette Schulfraktur.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deu
Fette Fraktur.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deutſcher G
Kaufhaus-Fraktur.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deutſch
Altdeutſche Reichskanzlei.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten de
Neue Schwabacher.
Genzſch & Heyſe, Hamburg.

Schriftarten deutſch
Nürnberger Kanzlei.
Benjamin Krebs Nachf., Frankfurt a.M.

Schriftarten deu
Altdeutſch.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten de
Halbfette Gutenberg-Gotiſch.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deutſ
Hamburger Druckſchrift.
Genzſch & Heyſe, Hamburg.

Schriftarten deu
Pfalter-Gotiſch.
Genzſch & Heyſe, Hamburg.

Schriftarten de
Pergament-Gotiſch
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deutſ
Barlöſius-Schrift.
Bauerſche Gießerei, Frankfurt a. M.

Schriftarten deut
Salzmann-Schrift.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten d
Hohlwein-Schrift.
Benjamin Krebs Nachf., Frankfurt a.M.

Schriftarten de
Neudeutſch.
Genzſch & Heyſe, Hamburg.

Schriftarten de
Rundgotiſch.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deutſ
Eckmann.
Rudhard, Offenbach a. M.

Schriftarten deut
Amerikaniſche Altgotiſch.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten d
Halbfette Rundgotiſch.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten de
Habsburg.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deutsc
Wittelsbach.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten de
Antiqua.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deut
Sorbonne.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deu
Nordiſche Antiqua.
Genzſch & Heyſe, Hamburg.

Schriftarten deut
Graſſet-Antiqua.
Genzſch & Heyſe, Hamburg.

Schriftarten deu
Halbfette Sorbonne.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deut
Romaniſche Antiqua.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deut
Corinna.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deut
Schmale halbfette Sorbonne.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten de
Halbfette Romaniſche Antiqua.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deut
Römiſche Antiqua.
Genzſch & Heyſe, Hamburg.

Schriftarten d
Fette Sorbonne.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deutscher
Schmale Romaniſche Antiqua.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deut
Schelter-Antiqua.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deut
Mediæval-Antiqua
Flinſch, Frankfurt a. M.

Schriftarten d
Breite halbfette Grotesk.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten i
Wallenſtein.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten
Block.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deuts
Meier-Schrift.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deuts
Romaniſche Kurſiv.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten de
Kurſiv.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten deut
Sorbonne Kurſiv.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten d
Halbfette Romaniſche Kurſiv.
J. G. Schelter & Gieſecke, Leipzig.

Schriftarten de
Halbfette Lateinisch Kurſiv.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deu
Halbfette Sorbonne Kurſiv.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deutſ
Trianon.
Bauerſche Gießerei, Frankfurt a. M.

SCHRIF
Kurſiv-Verſalien.
Bauer & Co., Stuttgart.

Schriftarten deutsch
Ridinger-Schrift.
Benjamin Krebs Nachf., Frankfurt a.M.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entwickelten sich Schriften mit weniger strengen Formen: die halbgotischen oder semigotischen Schriften, dann die Schwabacherschrift, endlich die Frakturschrift, von der allerdings z. B. die heutige Zeitungsfraktur nur eine aufs äußerste verkümmerte Abart mehr darstellt. Die Renaissance mit ihrem Zurückgreifen auf das Alte brachte es mit sich, daß man schon im 14. Jahrhundert, noch mehr im 15., zur römischen Grundschrift teilweise zurückkehrte und ausgezeichnete, nunmehr Antiquaschriften genannte Typen schuf. Während in den romanischen Ländern die gotischen Schriften schon im 16. Jahrhundert fast völlig von den Antiquaschriften verdrängt waren, blieben sie in den deutschen Landen — namentlich die Fraktur — bis heute volkstümlich. Dieser Umstand ist schuldtragend, daß die gotischen Schriften fälschlich als ursprünglich deutsche Schriftarten betrachtet werden. — Druckschriften gibt es heute in tausenderlei Abarten. Sie tragen die Namen ihrer Schöpfer oder den berühmter Buchdrucker u. s. w. oder aber auch ganz willkürlich gewählte solche, die, ganz zusammenhanglos, keineswegs auf die Art der Schrift schließen lassen. Der fesselose Wettbewerb der Schriftgießereien war lange Zeit daran schuld, daß unglaublich schlechte Schriften geschaffen wurden. In den letzten Jahren ist es damit jedoch viel besser geworden, da fast keine neue Schrifttype mehr ohne die Mitarbeit eines hervorragenden Künstlers erzeugt wird. Nebenstehend ist eine Reihe neuerer Schriften, teils altertümelnder, teils neuer Richtung angehörend, in Größe „Tertia“ (Corps 16) abgedruckt. — Die Antiquaschriften sind an der einfachen, das Skelett des ursprünglichen Vorbildes (der römischen Kapitalschrift) deutlich zeigenden Gestalt der Versalien und der einfachen runden Linienführung der Gemeinen erkennbar. Die Kursivschriften besitzen ganz denselben Charakter, nur sind sie schräg gestellt. Die Frakturschriften sind durch die gebrochene Strichführung der Gemeinen und die mehr oder weniger komplizierte Form der Versalien charakterisiert. Die Bastardschriften, die namentlich von den modernen Künstlern begünstigt werden, zeigen häufig die Vorzüge beider Schriftarten: Antiqua und Fraktur in glücklicher Weise vereinigt, indem bei den Gemeinen manche gotische Formen beibehalten wurden, bei den Versalien dagegen die römische Urform zunächst berücksichtigt erscheint. Die Schreibschriften scheiden sich in Lateinschriften, Rondeschriften und (deutsche) Kurrentschriften. Alle Schriften können breitlaufend oder schmallaufend (raumsparend), ferner mager (wenn sie ein dünnes, zartes Schriftbild besitzen) oder (aus mehr oder weniger dicken Strichen gebildet) halbfett oder fett sein (vgl. darüber sowie über Schriftgrade den Art. Buchdruckerkunst). Endlich unterscheidet man Buchschriften (Brotschriften), die durch Vermeidung allen Beiwerks und eigenwilliger Strichführung beim Lesen möglichst wenig ablenken, und Zierschriften, bei denen das ornamentale Moment hauptsächlich betont ist. — Schreibmaschinenschrift dient zur getreuen Nachahmung der mit der Schreibmaschine erzeugten Schriftzeichen.

Literatur: Druckschriften des 15. bis 18. Jahrhunderts in getreuen Nachbildungen, herausgegeben von der Direktion der Reichsdruckerei, Berlin 1884—87; Petzendorfer, Ludwig, Schriftenatlas, 2. Aufl., Stuttgart 1893, neue Folge 1905; Baensch-Drugulin, Markſteine aus der Weltliteratur in Originalschriften, Leipzig 1903; Hesse, Friedrich, Die Schriftlithographie, Halle a. S. 1907 ff.; Faulmann, Das Buch der Schrift, 2. Aufl., Wien 1880; Derſ., Illustrierte Geschichte der Schrift, Wien 1880; Wuttke, Heinrich, Die Entstehung der Schrift, Leipzig 1877; Weise, O., Schrift und Buchwesen in alter und neuer Zeit, 2. Aufl., Leipzig 1903; Wattenbach, Das Schriftwesen im Mittelalter, 3. Aufl., Leipzig 1896; Larisch, Rudolf v., Zierschriften im Dienste der Kunst, München 1899; Derſ., Ueber Leserlichkeit von ornamentalen Schriften, Wien 1904; Derſ., Unterricht in ornamentaler Schrift, Wien 1905; Derſ., Beispiele künstlerischer Schrift, Wien 1900, zweite Folge, Wien 1901; Unger, A. W., Wie ein Buch entsteht, 2. Aufl., Leipzig 1909; Grautoff, Die Entwicklung der modernen Buchkunst in Deutschland, Leipzig 1902; Auer, Das Raumverhältnis der Buchstaben, Wien 1849.

A. W. Unger.

Schrifterz (Sylvanit), Mineral, Tellur-Gold-Silber $(AuAg)Te_2$ (59,97 % *Te*, 26,97 % *Au*, 11,47 % *Ag*, Zusammensetzung schwankend.

Kristallisiert monoklin; nadelförmig, schuppig. Weiß bis stahlgrau, metallglänzend, undurchsichtig; mild, Härte $1^1/_2$—2; spez. Gew. 8,0—8,3. Schmilzt unter Abscheidung des Tellur zu Silbergold. Löslich in Salpetersalzsäure unter Abscheidung von Chlorsilber, in Salpetersäure unter Abscheidung von Gold. Meist mit Quarz in Siebenbürgen (Offenbanya, Nagyag), Calaxeras in Kalifornien, Cripple Creek in Colorado, Kalgoorlie in Australien. Wird zur Silber- und Goldgewinnung benutzt.

Leppla.

Schriftgießerei, die Herstellung des Schrift-, Zier- und „Blindmaterials“ aus Schriftmetall für den Buchdruck (vgl. Buchdruckerkunst). In der Regel ist in großen Betrieben der Schriftgießerei je eine Abteilung für Stempelschneiderei (s. unten), Stereotypie (s. d.) und für Galvanoplastik (s. Elektrotypie) angegliedert. Mitunter ist sie auch mit der Erzeugung von Meſſingmaterial und der von Holzschriften verknüpft.

Die Schriftgießerei, in früheren Zeiten größtenteils in den Buchdruckereien selbst geübt, ist heute ein fast durchaus selbständiger und sehr großer Industriezweig geworden. Nur in wenigen ganz großen Druckereibetrieben, und zwar hauptsächlich in den Regierungsdruckereien (z. B. Reichsdruckerei in Berlin, Hof- und Staatsdruckerei in Wien, Imprimerie Nationale in Paris u. s. w.), sind noch eigne vollständige Abteilungen für alle Arbeiten der Schriftgießerei vorhanden. Die Herstellung einer Schrift zerfällt in drei Etappen: 1. in die Erzeugung der Originaltypen oder Urtypen, 2. in die Erzeugung der Matern und 3. in den eigentlichen Schriftguß. Zunächst muß die herzustellende Schrift auf das sorgfältigste gezeichnet werden. Gewöhnlich geschieht dies folgendermaßen. Das etwa in der Größe einer normalen Druck-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchrift vollkommen durchgezeichnete Schriftbild wird photographiſch bedeutend vergrößert, nochmals korrigiert und die Zeichnung „ſcharf" gemacht. Von dieſem vergrößerten Schriftbild werden nun auf photographiſchem Wege entſprechend den zur Erzeugung beabſichtigten Schriftgraden (vgl. Buchdruckerkunſt) die notwendigen verkleinerten Reproduktionen gemacht, die nun dem Stempelſchneider als Vorlage dienen. Bei den kleineren Schriftgraden wird die Urform der Typen faſt ausnahmslos durch Stempelſchnitt erzeugt. Hierbei wird ein Stahlſtück in Stabform in Holzkohlenfeuer weich geglüht, deſſen Kopffläche abſolut blank abgeſchliffen, dünn mit Wachs überzogen und hierauf die von der Vorlage abgenommene Pauſe (man „radiert" mit ſpitzem Stahlgriffel die Buchſtabenkonturen in eine Gelatinefolie und reibt in die Vertiefungen trockenes Farbſtoffpulver, das dann auf der Wachsſchichte hängen bleibt) abpreßt. Die Buchſtabenkonturen werden ſodann in den Stahl mit der Radiernadel eingeritzt. Oder es wird die Originalzeichnung mit dem Pantographen bedeutend vergrößert auf eine Zinkplatte übertragen und der Buchſtabe ſcharf eingraviert. Dieſe Platte bildet dann die Schablone für einen Gravierpantographen, deſſen Fahrſtift entlang den Einritzungen der Schablone geführt wird, während der Diamant des Zeichenſtiftes die Begrenzungsſtriche des Buchſtabens in beliebig gewähltem Maßſtabe auf das Stahlſtück eingräbt. Die Schablonen werden auch ſo gewonnen, daß man von ſehr großen Zeichnungen mit dem Pantographen eine kleinere Wachsgravur herſtellt und dieſe galvanoplaſtiſch abformt. — Das Buchſtabenbild auf dem Stahlſtäbchen wird ſodann mit dem Stichel umſtochen, das innerhalb der Zeichnung Ueberflüſſige ausgehoben oder mit Punzen niedergetrieben (in verſtärktem Maße iſt das bei der Anwendung von Kontrapunzen der Fall), worauf durch Feilarbeit der Buchſtabe freigeſtellt wird. Er zeigt ſich dann verkehrt und erhaben ſo, wie ihn die ſpätere Druckletter trägt. Die Herſtellung der Stempel (Patrizen) iſt ſo mühſam und zeitraubend, daß hierfür mancherlei Maſchinen konſtruiert wurden. So ſchneidet die von Benton nach einmal angefertigten Schablonen Stempel aller Größen durch verſchiedene Einſtellung eines Hebelſyſtems. Oder man benutzt, zumindeſt bei großen Schriftgraden, den Bleiſchnitt, wobei die Originaltypen aus Bleiklötzchen mittels Stichels oder auch Fräſepantographen herausgearbeitet werden. Die Matrizen (Matern) werden in verſchiedener Weiſe erzeugt. Man ſchlägt z. B. den gehärteten Stempel mittels eigner Preſſen in ein Kupferplättchen ein oder man benutzt Meſſingklötzchen, die eine trichterförmige Aushöhlung beſitzen, in die der Stempelkopf verſenkt wird, worauf man die übriggebliebenen Hohlräume im galvaniſchen Bade füllt. Von Bleiſchnittoriginaltypen werden die Matern nur durch galvanoplaſtiſche Abformung erzeugt. In neuerer Zeit werden auch vielfach die weit haltbareren Nickelmatern hergeſtellt. Die Matern müſſen durch Befeilen mit feinſten Inſtrumenten juſtiert werden, d. h. durch entſprechendes Wegnehmen an allen Seiten das Auge ſo ſtellen, daß es die richtige Tiefe und Parallelität der Augenbaſis und Matrizenoberfläche (was mittels der in einem Gewinde drehbaren Juſtiernadel geprüft wird) beſitze, neuerdings auch bezüglich ſeiner Stellung (auf Linie und Weite juſtieren) auf allen Matern desſelben Schriftgrades übereinſtimme. Zur Kontrolle der vertikalen oder der ſchrägen Stellung (bei Kurſivſchriften) dienen dem Juſtierer beſondere Inſtrumente. Dieſe ſind in manchen Gießereien, wenn ſie zur Prüfung der Dimenſionen von Buchſtaben dienen, von außerordentlicher Präziſion in der Anzeige und auch ziemlich komplizierter Bauart. — Das Schriftmetall wird je nach ſeiner Beſtimmung (ob für kleine oder große Schriften, für Spatien, Regletten, Linien oder Stege, vgl. Buchdruckerkunſt) verſchieden zuſammengeſetzt. Werden geringere Anforderungen rückſichtlich Härte und Zähigkeit an das Endprodukt geſtellt, ſo iſt ein recht gutes Metall durch die Legierung von 75 Teilen gutem Weichblei, 23 Teilen reinem Antimon regulus und 2 Teilen Zinn erhältlich. Für Schriften ſoll das Zeug aus 68 Teilen Weichblei, 26 Teilen Antimon und 6 Teilen Zinn beſtehen, während für Schriften mit überhängenden Teilen (Schreib-, Ronde- und Kurſivſchriften) erſt eine Miſchung von 60 Teilen Weichblei, 30 Teilen Antimon und 10 Teilen Zinn die nötige große Widerſtandsfähigkeit gegen das Abbrechen beſitzt. Manche empfehlen noch die Anweſenheit einiger Prozente von Kupfer und Wismut. Ferner iſt für den Guß auf Komplettgießmaſchinen ein Zeug mit hohem Zinngehalt vorteilhaft, weil einer mit geringerem Zinngehalt zu ſchwerflüſſig iſt und deshalb manchmal gern überhitzt wird. — Zum Gießen der Typen dienen Handgießinſtrumente, Handgießmaſchinen und Komplettgießmaſchinen. Die Handgießinſtrumente beſtehen aus zwei mit einem Holzmantel wegen der Erhitzung umkleideten, auseinandernehmbaren Hälften, die aus dem Bodenſtück (das mit dem der andern Hälfte zuſammenſtößt), dem Kern (dieſer beſtimmt den Kegel, Grad, Korps der Schrift), den Backen (zur Aufnahme der Mater) und den Angüffen beſtehen. Eine Anlegſchraube läßt die Matrize einſtellen, ein federnder Bügel hält ſie feſt. Beim zuſammengelegten Inſtrument iſt nun eine trichterförmige, winklige Oeffnung frei, in die das Schriftmetall mit einem Löffel eingegoſſen wird. Die Handgießinſtrumente dienen heute nur mehr dem Maternjuſtierer zum Guſſe der Probebuchſtaben, ferner zur Erzeugung von „Linien" und hier und da von großem Blindmaterial. Die Handgießmaſchinen werden dagegen noch vielfach, namentlich für den Guß größerer Schriften benutzt. Die erſte ſoll von William Wing 1805 gebaut worden ſein. Bekannt und auf dem Kontinent verwendet wurde jedoch erſt die von David Bruce 1838 in Brooklyn in den Handel gebrachte. Heute iſt in Deutſchland die von Küſtermann & Co. in Berlin fabrizierte die verbreitetſte. Das Inſtrument befindet ſich am Kopfe der Maſchine. Die Mater wird in den beweglichen Materkaſten geſpannt, der automatiſch an die Gießform angedrückt und nach dem Guſſe wieder abgezogen wird. Stellſchrauben geſtatten ein ſehr genaues Einrichten des Inſtruments. Der Betrieb erfolgt durch eine Welle mit Krummzapfen und Exzentern. Zunächſt wird der Verſchluß der Form durch den Materkaſten einerſeits beſorgt, worauf der auf einer drehbaren Säule angeordnete Gießkopf ſamt Inſtrument gegen die Ausſtrömungsöffnung eines Pumpwerkes gedrückt und Dichtung durch Auflegen einer Klappe bewirkt wird; ein Hebel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

veranlaßt das Niedergehen des Pumpenkolbens, der eine bestimmte Menge Zeugs in die Form drückt. Alle diese Funktionen erfolgen während einer halben Umdrehung der Hauptwelle; während der zweiten halben Umdrehung geht zuerst der Kolben hoch, dann geht das Instrument von der Pumpe ab, worauf es geöffnet, der Maternkasten abgezogen und die gegossene Letter entfernt wird. Die zum Schmelzen des Metalls zumeist benutzte Gasflamme muß auf Pumpe und Leitungskanal so einwirken können, daß das Metall darin auf genügend hoher und möglichst gleichmäßiger Temperatur erhalten bleibt. Sehr sorgfältig muß das Zurichten der Gießinstrumente erfolgen, nämlich ihre Einstellung, damit die sämtlichen Dimensionen der Lettern genau stimmen. Heute werden sehr häufig für das Zurichten Mechaniker ausgebildet. Das Prüfen der Buchstaben erfolgt mittels Besehblechs und Typometer (s. d.). Die mittels Handgießinstrumenten, desgleichen die auf Handgießmaschinen erzeugten Typen bedürfen noch mancher Behandlung, bevor sie fertig sind. Zunächst wird durch Hilfsarbeiterinnen der Gußzapfen (Anguß) abgebrochen; dann werden die Typen durch besondere Schleiferinnen an den Weiteseiten auf Feilen oder rotierenden Schmirgelscheiben abgeschliffen (wobei Fehler des Gusses, z. B. ein dickerer Kopf, durch geübte Arbeiterinnen beseitigt werden können), aufgesetzt (in winkligen Stäben, Winkelhaken, aneinandergereiht), in Bestoßzeugladen (oder in neuerer Zeit mittels der Küstermannschen Höhenfräsmaschine) „auf Höhe" gehobelt, an der Stelle des Gußzapfens am Fuße ausgestoßen und schließlich vom Fertigmacher nochmals genau durchgeprüft und, wenn nötig, bearbeitet. Alle diese Manipulationen sind bei Benutzung sogenannter Komplettgießmaschinen, die den Buchstaben vollkommen fertig liefern, überflüssig. Die älteste Komplettmaschine, die von Atkinson, ist nur mehr wenig im Gebrauche. Mehr die englische von M. J. Hepurn & P. M. Slaukes, dann besonders die von Foucher Frères in Paris; in Deutschland ist die von Küstermann & Co. in Berlin am häufigsten benutzt. Der gegossene Buchstabe wird vom Kern aus dem Instrument herausgestoßen, von einer Zange gepackt und an zwei Messern vorbeigeführt, welche die Letter an den „Weiteseiten" bestoßen, zugleich gelangt der Gußzapfen zum Abbrechen, worauf auf der Fertigmacherbahn andre Messer die „Kegelseiten" bearbeiten und den Fuß ausstoßen. Bei der neuen Bertholdschen Doppelkomplettmaschine (von Küstermann & Co. in Berlin gebaut) schwingt das Instrument vor dem Pumpwerke nach links und rechts und besitzt zwei Kernträger. Bei jedem halben Hube wird nun eine Type gegossen und eine ausgestoßen, so daß die Maschine während einer Tour zwei Lettern liefert. Bei allen Komplettmaschinen ist der Pumpenkolben als sogenannter Ventilkolben ausgebildet, der einen sehr kurzen Hub ermöglicht. Der Schmelztiegel ist nach allen Seiten leicht verstellbar. Die Matern werden in einem Kasten (bei den Küstermannschen) oder Rahmen (bei den Hepurnschen) oder einfach von einem Stifte (bei den Foucherschen Maschinen) festgehalten. — Bei den amerikanischen Komplettmaschinen können zumeist nur „auf Linie und Weite justierte" (s. oben) Matrizen benutzt werden, wodurch das bei jedem Buchstaben neuen Bildes sonst nötige Zurichten des Instruments entfällt. Auf nicht besonders hierfür eingerichteten Gießmaschinen ist dagegen die Verwendung derartiger kostspieliger Matern unvorteilhaft, weil die Genauigkeit während des Gusses kaum einzuhalten ist. — Sehr schwierig ist der Guß von Schreibschriften, die durch die seitlich überhängenden Ober- und Unterlängen komplizierter Gießinstrumente mit abgeschrägten Kernen und besonders eingerichteter Schieber bedürfen. — Für den Guß von Blindmaterial wie Regletten und Durchschuß (zum Durchschießen der Zeilen), Quadraten und Stege (zum Ausfüllen größerer leerer Räume in den Satzformen) dienen besondere Gießapparate. — Holzschriften, die nur in großen Graden (z. B. für Plakate u. dergl.) verfertigt werden, stellt man aus Birnbaumholz- (selten noch aus Ahornholz-) klötzchen her, die auf Fräsepantographen nach Schablonen geschnitten werden; und zwar kann man nach einem Satze Schablonen beliebige Grade erzeugen. In ähnlicher Weise wird ein großer Teil des Messingziermaterials hergestellt. „Messinglinien" werden auf gewalzten Blechstreifen „gezogen". — Große „Messingschriften" können gleich den Holzschriften gefräst werden, oder man formt Modelle in Sand ab und gießt. Dies wird zumeist in einer Gelbgießerei besorgt, während das Putzen des rohen Gusses, das Schleifen des Schriftbildes und das Aufmontieren auf Bleiuntersätze dann in der Regel in der Schriftgießerei vorgenommen wird.

Literatur: Bachmann, Die Schriftgießerei, Leipzig 1868; Smalian, Handbuch für Buchdrucker im Verkehr mit Schriftgießereien, 2. Aufl., Leipzig 1877; Wentscher, L., Maschinen der amerikanischen Druckindustrie; Niel, R., Die Entstehung der Typen, Graphische Revue, Wien 1907; Unger, A. W., Die Herstellung von Büchern, Illustrationen u. s. w., Halle a. S. 1906. *A. W. Unger.*

Schriftgießermetall (Lettermetall), s. Bleilegierungen.

Schriftzeug, s. Schriftgießerei.

Schrittmaß, s. Abschreiten.

Schrittzähler (Passometer, Pedometer u. s. w.), ein Instrument zum Bestimmen der Schrittzahl beim Abschreiten (s. d.), Krokieren (s. Kroki) und bei flüchtigen Aufnahmen (s. Bd. 4, S. 97).

Am gebräuchlichsten ist ein kleines Zählwerk in Taschenuhrform. Ein Hebel mit einem Gewicht schlägt bei jeder genügend ausgeprägten Schritterschütterung aus, wird aber durch eine Feder in seine Ausgangslage zurückgeführt. Dabei rückt er ein Triebrad um einen Zahn weiter. Die Anzahl der Ausschläge wird an einem Einer-, Hunderter-, Tausender- und Zehntausenderzeiger des Zifferblattes angegeben (Fehler 1—5%). Aeltere Apparate sind ein Zählwerk, auf das die Anzahl der Beinstreckungen des Abschreitenden mit einer Schnur übertragen wird, und ein Stock, der bei jedem Doppel- oder Vierschritt aufgestoßen wird und die Stöße registriert. *(† Reinhertz) Hillmer.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schrollenſieb, ein zum Abſcheiden der Schrollen (Erdklumpen) aus Körnerfrüchten dienendes Sieb; ſ. Reinigungsmaſchinen für Getreide.

Schrot (Flintenſchrot), Bleikügelchen bis zu 6 mm Durchmeſſer.

Die Fabrikation erfolgt in der Weiſe, daß man das Metall (arſenikhaltiges Blei) in Blechkaſten mit zahlreichen, gleichgroßen Löchern im Boden (Schrotformen) gießt und durch einen 30—35 m hohen Turm (Schrotturm), Brunnen oder Schacht in ein untergeſtelltes Baſſin mit Waſſer und etwas Schwefelnatrium tropfen läßt. Letzteres überzieht die unterwegs erſtarrten Körner mit einer ſchützenden Schicht aus Schwefelblei. Nach einem andern Verfahren gießt man das Metall auf eine raſch rotierende, horizontal angeordnete Scheibe mit erhöhtem, durchlöchertem Rand aus Meſſing. Die Körner werden hier durch die mitgeriſſene Luft abgekühlt, bevor ſie bis zum Meſſingrand gelangen; vgl. a. Jagdgewehre, Bd. 5, S. 227, ferner Grubenzimmerung, Mehlfabrikation.

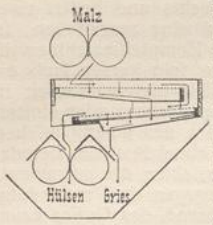
Schrot (Schrotung). Ein Getreidekorn ergibt durch die Vermahlung: Mehl, Dunſt, Grieß und Schalen, die mit Grieß behaftet ſind. Dieſe Miſchung heißt Schrot, und zwar erſtes, zweites u. ſ. w., je nachdem es durch die erſte, zweite u. ſ. w. Zerkleinerung (Schrotung) entſtanden iſt. Auch nach der Abſiebung des loſen Mehles, Dunſtes und Grießes nennt man das Produkt, das zur nächſten Schrotung gelangt, Schrot; ſ. Mehlfabrikation. *Arndt.*

Schroten, ſ. v. w. grob zerkleinern.

Schrotmeißel, ſ. Abſchrot, Schmieden.

Schrotmühle, eine für Hand- oder Kraftbetrieb beſtimmte Maſchine zum Zerkleinern (Brechen, Schroten) von Getreide, Bohnen, Erbſen u. ſ. w.

Vorzugsweiſe kommen in Betracht Schrotmühlen mit Walzen (ſ. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 10), ſolche mit Mahlſcheiben (ſ. Exzelſiormühle, Bd. 3, S. 523) und Glockenmühlen (Bd. 4, S. 574). Auch gewöhnliche Mahlgänge (Bd. 6, S. 282) werden zum Schroten benutzt. Eine große Zahl ſolcher Mühlen iſt beſchrieben im Katalog „Zerkleinerungsmaſchinen“ des Gruſonwerkes in Magdeburg-Buckau. Außer der in Bd. 2, S. 10, beſchriebenen Zweiwalzenmühle hat ſich die Vierwalzenmühle mit eingeſchaltetem Siebwerk der Mühlenbauanſtalt und Maſchinenfabrik vorm. Gebrüder Seck in Dresden (Seckmühle) in neuerer Zeit in der Bierbrauerei gut eingeführt. Für mürbes Malz wird ſie gewöhnlich in der Anordnung der nebenſtehenden Figur verwendet. Nachdem das Malz durch das erſte Walzenpaar gegangen iſt, wird es über zwei Schüttelſiebe geführt, die, von einem in der Figur nicht mit dargeſtellten Exzenter angetrieben, 400 Spiele in der Minute machen. Hierdurch wird das Grieß abgeſchieden und nicht unnötig weiter zerkleinert, während die Hülſen dem zweiten Walzenpaar zugeführt und dadurch alle Körner vollſtändig aufgeſchloſſen, namentlich die harten Spitzen mit Sicherheit ausgemahlen werden. *Treptow.*



Schrotpickel, ſ. Kreuzpickel.

Schrotſtahl, ſ. Werkzeugſtähle.

Schrotſtuhl (Schrotwalzenſtuhl), Walzenſtuhl (ſ. d.), der zum Schroten (ſ. Schrot und Mehlfabrikation) dient. Seine Walzen ſind grob geriffelt. *Arndt.*

Schrott, Abfälle von ſchmiedbarem Eiſen, welche entweder bei der Bearbeitung entſtehen (rauhe Enden von Walzwerkserzeugniſſen, Lochputzen, nicht abſetzbare fehlerhafte Erzeugniſſe u. ſ. w.), oder untauglich gewordene Verbrauchsgegenſtände (Alteiſen). Im Handel unterſcheidet man derbe Stücke (Kernſchrott) von dem ſperrigen Blech- und Drahtſchrott. Verbrauchte und fehlerhafte Gußſtücke werden, weil ſie in der Regel in Stücke zerſchlagen ſind, Gußſchrott oder Brucheiſen genannt. *Beckert.*

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

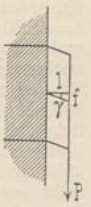
Schrumpfbänder, ſchmiedeeiſerne, auf vorſtehende Augen warm aufgezogene Ringe von runder oder länglicher Form zur feſten Verbindung gußeiſerner Teile von Schwungrädern, Geſtellen u. ſ. w. (ſ. a. Schwindringe). *Lindner.*

Schubband, ſ. Windſtreben.

Schubelaſtizität, die Elaſtizität (ſ. d.) der Körper gegen Beanſpruchungen, die zwei einander anliegende oder fehr nahe liegende Flächen längs einander zu verſchieben ſuchen (vgl. Abſcherung, Druck, Spannungen, Schubſpannungen, Schubfeſtigkeit). Bezeichnet f die fragliche Verſchiebung für die anfänglich um die kleine Größe l entfernten ebenen Flächen F durch eine gleichmäßig auf dieſelben verteilte ruhende Kraft $P = F\tau$ in der Richtung von f und es erzeugt eine Aenderung dP von P eine Aenderung df von f, ſo heißt in

$$dP = GF\frac{df}{l}, \qquad df = \frac{l}{GF}dP = \frac{l}{G}d\tau \qquad 1.$$

G der Schubelaſtizitätsmodul, mitunter kurz Schubmodul, für die Richtung von f (vgl. Elaſtizitätsmodul, Bd. 3, S. 393).



Derſelbe bedeutet hiernach das Verhältnis der Spannungsänderung $d\tau$ zur Gleitungsänderung $\frac{df}{l}$, unter Gleitung die Längsbewegung pro Entfernungseinheit der verſchobenen Flächen, $\frac{f}{l} = \operatorname{tg}\gamma$ (ſ. die Figur) oder bei den gewöhnlichen kleinen f den Winkel γ als Bogen vom Radius 1 verſtanden. Iſt G konſtant oder wird anſtatt des variabeln G ein konſtanter Mittelwert eingeführt, der von $P=0$ bis $P=P$ das gleiche ſchließliche f bedingt, dann folgen aus 1.:

$$P = GF\frac{f}{l}, \qquad f = \frac{Pl}{GF} = \frac{l}{G}\tau, \qquad 2.$$

ſo daß in dieſem Falle G die gedachte Spannung τ für die Gleitung $f/l = 1$ und umgekehrt $1/G$ die Gleitung f/l für die Spannung $\tau = 1$ darſtellt. Angeſichts der Schwierigkeit, G aus Schubverſuchen zu beſtimmen, wird ſein Wert meiſt durch Torſionsverſuche erhalten oder aus der für iſotrope Körper beſtehenden Beziehung zwiſchen G und dem Zugelaſtizitätsmodul E (vgl. Elaſtizitätsquotient, Bd. 3, S. 393, 395). Doch iſt beſonders bei faſerigen Materialien eine Veränderlichkeit von G mit der Beanſpruchungsrichtung zu erwarten. Ueber den Einfluß der Schubelaſtizität bei der Biegung ſ. d. (Bd. 1, S. 797) und Biegungsarbeit, Biegungselaſtizität, Balken (einfache, Bd. 1, S. 520), Elaſtiſche Linie (Bd. 3, S. 375), Elaſtizitätsmodul (Bd. 3, S. 394) u. ſ. w.; Allgemeines über ihren Einfluß ſ. Elaſtizitätslehre, allgemeine (Bd. 3, S. 389). Zu beachten iſt, daß in 1., 2. f nur von den erwähnten gleichmäßig verteilten Schubkräften, nicht etwa zu einem in Betracht kommenden Teile von Biegungsſpannungen herrühren darf. Für den in obiger Figur angedeuteten Fall hätte man nach der Biegungstheorie mit Rückſicht auf den Einfluß der Schubkräfte (Bd. 1, S. 521; Bd. 2, S. 3):

$$f = \frac{Pl}{GF}\left(k + \frac{GFl^2}{3EJ}\right),$$

was nur dann mit 2. übereinſtimmt, wenn das zweite Glied in der Klammer verſchwindet, wie bei genügend kleinem l, und zugleich $k=1$ iſt, wie bei gleichmäßig auf den Querſchnitt F verteiltem P, während die von der Biegung herrührenden Schubſpannungen nicht gleichmäßig verteilt ſind (ſ. Schubſpannungen und Bd. 1, S. 792). Bezüglich des Ueberſchreitens der Elaſtizitätsgrenze (ſ. d.) bei Schub beſtehen ähnliche Verhältniſſe wie im entſprechenden Falle bei Zug (Bd. 3, S. 386) und Druck (Bd. 3, S. 116), indem erhebliche bleibende Deformationen und je nach Umſtänden Einſchnitte, Riſſe u. ſ. w. und ſchließlich der Bruch eintreten (vgl. Fließgrenze, Schubfeſtigkeit).

Literatur: [1] Navier, Résumé des leçons etc. sur l'application de la mécanique, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864, S. CXXV, 36, 185, 329 u. ſ. w. — [2] Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867, S. 20, 45 u. ſ. w. — [3] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 123, 199, 203, 283. — [4] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884, S. 6, 32, 43, 123, 124 u. ſ. w. — [5] Foeppl, Vorleſungen über techniſche Mechanik, III, Feſtigkeitslehre, Leipzig 1900, S. 59, 74, 128. — [6] v. Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 294. — [7] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Leipzig 1905, S. 288, 357, 395, 424. — [8] Keck-Hotop, Vorträge über Elaſtizitätslehre, I, Hannover 1905, S. 69, 89, 225.

Weyrauch.

Schubelaſtizitätsmodul, ſ. Schubelaſtizität und Elaſtizitätsmodul.

Schuberſatz, ſ. Pochwerk, S. 163.

Schubfeſtigkeit heißt der Widerſtand der Körper gegen Trennung durch Kräfte, die zwei einander anliegende Flächen längs einander zu verſchieben ſuchen (vgl. Abſcherung, Druck, Feſtigkeit, Schubelaſtizität, Schubſpannungen). Bei Verſuchen in dieſer Hinſicht pflegen prismatiſche Stäbe durch allmählich anwachſende Kräfte P zu beiden Seiten des abzuſcherenden Querſchnitts ſenkrecht zur Achsrichtung beanſprucht zu werden, wobei es darauf ankommt, aber oft ſchwer durchführbar iſt, daß erhebliche Biegungsſpannungen vermieden werden und der Widerſtand des Querſchnitts F möglichſt gleichmäßig zur Geltung kommt (vgl. Schubelaſtizität). Ueber die Ausführung der Verſuche ſ. Scherverſuch und [1], S. 90, 97; [2], 1. Heft, S. 13; [3], 3. Heft, S. 173; [7], S. 149; [11], S. 372. Erfolgt die Trennung durch $P=S$, ſo gilt

$$s = \frac{S}{F} \qquad 1.$$

als Maß der Schubfeſtigkeit.

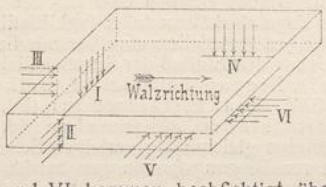
Bezeichnet z die Zugfeſtigkeit ſenkrecht zur Ebene von s, ſo wird vielfach geſetzt:

$$s = \alpha z = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} z. \qquad 2.$$

Beſtände bis zum Bruche Proportionalität zwiſchen Spannungen und Verſchiebungen (Bd. 3, S. 387), ſo wäre hierin nach gebräuchlichen Anſchauungen [1], S. 81; [11], S. 301; [14], S. 37, für iſotrope Körper ε der Elaſtizitätsquotient (Bd. 3, S. 393, 395), was z. B. für Schweißeiſen und Flußeiſen in vielen Fällen annähernd zutrifft. Für dieſe Materialien liegt ε zwiſchen 3 und 4,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

womit 2. $\alpha = 0{,}75$ bis 0,80 liefert. Wöhler [1] fand in Kilogramm pro Quadratzentimeter für Kruppſches Gußſtahlblech $s > 4020$, $z = 5390$, $\alpha > 0{,}75$, für Achſeneiſen der Geſellſchaft Phönix $s = 2560$, $z = 3250$, $\alpha = 0{,}79$. Tetmajer [3] entnahm aus zahlreichen Verſuchen mit Nietmaterial aus Schweißeiſen $\alpha = 0{,}75$ bis 0,80, im allgemeinen näher an 0,80 u. ſ. w. Doch treten auch weſentliche Abweichungen gegen den fraglichen Wert von α ein. So fand Bauſchinger [2] für den auch in den Artikeln Biegungs-, Druck-, Torſions-, Zugelaſtizität erwähnten Ternitzer Beſſemerſtahl von verſchiedenem Kohlenſtoffgehalt im Mittel von je zwei Verſuchen die in beiſtehender Zuſammenſtellung angeführten Werte. Die s, α beziehen ſich auf die üblichen Beanſpruchungsebenen, ſenkrecht zur Walzrichtung, für die z gilt. Bauſchinger unterſchied ſechs verſchiedene Stellungen der Schubebene gegen die Walzrichtung, die in beiſtehender Figur angedeutet ſind. Von dieſen ſind I, II, III die praktiſch wichtigen,



Kohlenſtoff %	Schubfeſtigkeit s	Zugfeſtigkeit z	Verhältnis $\alpha = \frac{s}{z}$
0,14	3410	4430	0,77
0,19	3710	4785	0,78
0,46	3585	5330	0,67
0,51	4020	5600	0,72
0,54	3930	5560	0,71
0,55	4000	5650	0,71
0,57	3645	5605	0,65
0,66	4280	6295	0,68
0,78	4140	6470	0,64
0,80	4820	7230	0,67
0,87	5000	7335	0,68
0,96	5820	8305	0,70
		Mittel	0,70

V und VI kommen beabſichtigt überhaupt nicht vor. Schon für IV ergab ſich s bedeutend geringer als für I—III, für V und VI war s im Mittel etwa halb ſo groß und ging bis ein Drittel herab. Die Unterſchiede der s zeigten ſich, wie zu erwarten, um ſo größer, je ausgeſprochener die Faſerung und Schichtung war. Für Schweißeiſen aus Waſſeralfingen beiſpielsweiſe fanden ſich mit Probeſtücken, deren Zugfeſtigkeit in der Walzrichtung durch vorausgegangene Zerreißverſuche etwa von 3890 auf 4420 zugenommen hatte:

Für Stellung	I	II	III	IV	V	VI	
s =	3450	3590	3060	2840	1770	1790	kg pro qcm
s : 3890 =	0,89	0,92	0,79	0,73	0,46	0,46	
s : 4420 =	0,78	0,81	0,69	0,64	0,40	0,40,	

alſo im Mittel von I, II, III $s : z = 0{,}83$ bezw. 0,76. Doch konnte α, beſonders bei Keſſelblechen, ſelbſt auf 1 und darüber ſteigen.

Für Gußeiſen erhielt Wöhler [1] $s = 1425$, Bach [11], S. 372, im Mittel bei drei gedrehten Rundſtäben von 2 cm Durchmeſſer $s = 1620$, $z = 1595$, $\alpha = 1{,}02$, für drei andre von 2,4 cm Durchmeſſer $s = 1970$, $z = 1680$, $\alpha = 1{,}17$. Für Bauſteine hat beſonders Bauſchinger Verſuche angeſtellt, [2], [8], S. 299, nach welchen bei natürlichen Steinen die größte Schubfeſtigkeit meiſt ſenkrecht zum Lager, mitunter auch parallel zum Lager, ſtattfindet. So ergaben ſich durchſchnittlich in Kilogramm pro Quadratzentimeter für Granit von Hauſenberg in Bayern ſenkrecht $s = 110$, parallel $s = 100$, für Muſchelkalk von Tuniberg im Elſaß ſenkrecht 57, parallel 30, für Keuperſandſtein von Sulz in Württemberg ſenkrecht 75, parallel 52; dagegen für Granit aus dem Fichtelgebirge ſenkrecht 67, parallel 100, für Dolomit aus dem fränkiſchen Jura ſenkrecht 60, parallel 80, für Buntſandſtein von Auweiler in der Pfalz ſenkrecht 26, parallel 36. Auch für künſtliche Steine ergaben ſich ſehr verſchiedene s, z. B. für weiche Maſchinenziegel 13, für gewöhnliche Mauerziegel 17, für Klinker 38. Bei Verbindung von Ziegelſteinen erhielt Bauſchinger nach dreißigtägiger Erhärtung für Mörtel aus 1 Zement und 1, 2, 3 Sand 4, 5, 4 kg, für Luftmörtel 0,5 kg pro Quadratzentimeter. Für drei Betonprismen von 18/18 cm Querſchnitt der Miſchung 1 : 3 mit 14 % Waſſer, Alter zwei Jahre, fand Mörſch [9], [14], im Mittel $s = 65{,}9$ kg bei $z = 15{,}5$ kg und $d = 308$ kg pro Quadratzentimeter Druckfeſtigkeit. Drei weitere Betonprismen von 18/18 cm der Miſchung 1 : 4 mit 14 % Waſſer, Alter $1\frac{1}{2}$ Monate, ergaben im Mittel $s = 37{,}1$ kg, während drei Monate alte Betonprismen der gleichen Zuſammenſetzung ausgewieſen hatten $z = 8{,}8$ kg, $d = 172$ kg pro Quadratzentimeter. Ueber eine Unterſcheidung von Scherfeſtigkeit und Schubfeſtigkeit, die wir jedoch nicht für angebracht halten, ſ. [9], [14]. Bei Bauholz kommt die Faſerrichtung noch mehr als bei Eiſen und Stahl in Betracht. Tetmajer fand die Schubfeſtigkeit ſenkrecht zur Faſerrichtung durchſchnittlich 4,8mal ſo groß als parallel derſelben [8], S. 300. Parallel derſelben könnte man nach ſeinen Verſuchen im Mittel etwa ſetzen: für Nadelholz 60—70, für Laubholz 70—80 kg pro Quadratzentimeter. Das Verhältnis der Schubfeſtigkeit in der Längsrichtung zur Zugfeſtigkeit in derſelben gibt Tetmajer durchſchnittlich für Nadelholz $\alpha = 0{,}104$. Näheres [3], [4], [8].

Literatur: [1] Wöhler, Ueber die Feſtigkeitsverſuche mit Eiſen und Stahl, Zeitſchr. für Bauweſen 1870, S. 73. — [2] Bauſchinger, Mitteilungen aus dem Mechan.-techn. Laboratorium zu München (1. Heft 1873, Mörtel und Ziegelſteine; 2. Heft 1874, Keſſelblech und Walzeiſen; 3. Heft 1874, Ternitzer Beſſemerſtahl; 4. Heft 1874, Bauſteine u. ſ. w.). — [3] Tetmajer, Mitteilungen der Anſtalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich (2. Heft 1884, S. 13, 46, Schweizer Bauholz; 3. Heft 1886, S. 172, 202, Nietmaterial, Nietverbindungen). — [4] Winkler, Die hölzernen Balkenbrücken, Wien 1887, S. 30. — [5] Weyrauch, Die Feſtigkeitseigenſchaften und Methoden der Dimenſionenberechnung von Eiſen- und Stahlkonſtruktionen, Leipzig 1889, S. 119. — [6] Forch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

heimer, Ueber das Verhältnis der Biegungs- zur Scherfeſtigkeit des Holzes, Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- und Arch.-Vereins 1891, S. 157. — [7] Martens, Handbuch der Materialienkunde für den Maſchinenbau, I, Berlin 1898, S. 148. — [8] Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 294. — [9] Mörſch, Schub- und Scherfeſtigkeit des Betons, Schweiz. Bauztg. 1904, XLIV, S. 295, 307. — [10] Martens, Schub- und Scherfeſtigkeit des Betons, Zentralbl. der Bauverwaltung 1905, S. 238. — [11] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Leipzig 1905, S. 288, 358, 372. — [12] Das Verhalten der Materialien bei reiner Scherbeanſpruchung, „Stahl und Eiſen“ 1907, S. 1228. — [13] Verſuche über die Schubwirkungen von Eiſenbetonträgern (nach einem Vortrag von Mörſch), Schweiz. Bauztg. 1907, IL, S. 198. — [14] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, ſeine Theorie und Anwendung, Stuttgart 1908, S. 36. — S. a. Torſionsfeſtigkeit, Nietverbindungen.

Weyrauch.

Schubkarren, Beförderungsgeräte zur Maſſenförderung.

Sie ſind ſo auszubilden, daß der Schwerpunkt der zu befördernden Maſſe möglichſt nahe der Radachſe liegt, da dann der Arbeiter weniger zu tragen hat und infolgedeſſen weniger ermüdet. Dies wird dadurch erreicht, daß die Räder möglichſt klein gemacht werden und der Kaſten ſo nahe wie möglich an das Rad oder über dieſes angeordnet wird, was außerdem das Ausſtürzen erleichtert. Je kleiner das Rad iſt, um ſo ſchwieriger überwindet es aber die Unebenheiten des Bodens, weshalb für die meiſt kleinen Räder der Schubkarren die Bohlenbahnen oder Karrdielen nötig werden. Die Handhaben ſollen in der Ruhelage des Karrens möglichſt hoch liegen, was durch kräftig befeſtigte Füße erreicht wird. Dieſen zwei theoretiſchen Geſichtspunkten haben ſich die meiſten Schubkarrenkonſtruktionen zu nähern geſucht. Fig. 1 zeigt einen Schubkarren, bei welchem das Rad in einem, in den Innenraum der Karre eingreifenden Radkaſten läuft und der Arbeiter durch die günſtige Lage des Schwerpunktes nur ein Zehntel der Geſamtlaſt zu tragen hat. Die Karre enthält 0,093 cbm, ſo daß zwölf Karren 1 cbm gewachſenen Boden aufnehmen. Um den an das Rad ſich etwa anſetzenden Boden abzuſtreifen, befindet ſich am oberen Ende des Radkaſtens ein Streifblech. Fig. 2 zeigt die in Norddeutſchland gewöhnlich für Erdarbeiten gebrauchte Schubkarre, welche 0,07 cbm loſen Boden aufnehmen kann. Der Raddurchmeſſer beträgt 0,47 m. In neuerer Zeit ſind vielfach auch eiſerne Schubkarren in Gebrauch gekommen, wie ſie verſchiedene Firmen, z. B. Arth. Koppel in Berlin, Oskar Krieger in Dresden u. a. liefern.

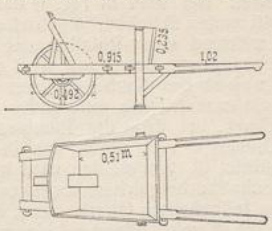


Fig. 1.

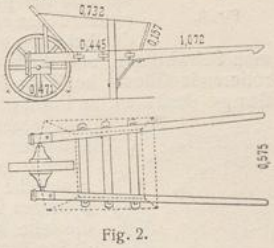


Fig. 2.

L. v. Willmann.

Schubkoeffizient, bei manchen der reziproke Wert des Schubelaſtizitätsmoduls; vgl. Schubelaſtizität und Elaſtizitätsmodul, Bd. 3, S. 399. — S. a. den Koeffizienten k der Schubwirkung, Biegung, Bd. 1, S. 797, und Einſenkung, Elaſtiſche Linie, Biegungsarbeit, Biegungselaſtizität.

Schubkraft, eine Kraft, welche die zwei in einem Schnitte durch einen Körper zuſammenhängenden Flächen längs einander zu verſchieben ſucht; vgl. Abſcherung, Druck, Angriffsmoment, Schubelaſtizität, Schubfeſtigkeit, Schubſpannungen, Balken, Bogen u. ſ. w.

Weyrauch.

Schubkraft, vertikale, die Schubkraft V_x in den Querſchnitten horizontaler Balkenträger; vgl. Balken, auch einfache und durchlaufende, Bd. 1, S. 503, 507, 518.

Weyrauch.

Schubkurbelmechanismus beſteht, wie in Fig. 1 ſchematiſch dargeſtellt iſt, aus vier Gliedern a, b, c, d, die in geſchloſſener Folge durch drei Drehpaarungen (ſ. d.) und eine Richtpaarung (ſ. d.) verbunden ſind. Die Achſen Φ, F, L dieſer drei Drehpaarungen ſind parallel und ſenkrecht zur Zeichnungsebene. Die Richtpaarung iſt in Fig. 1 durch die Führung des ſchlittenförmigen Gliedes d in dem geradlinigen Schlitz des Gliedes a vertreten. Der Schubkurbelmechanismus, den Reuleaux [1] Schubkurbelkette nennt, geht aus dem Kurbelmechanismus (ſ. d.) als ſpezieller Fall hervor, wenn von den vier Drehpaarungen desſelben die eine durch eine Richtpaarung erſetzt, alſo die eine Achſe A^∞ ins Unendliche verlegt wird (ſ. Mechanismen).

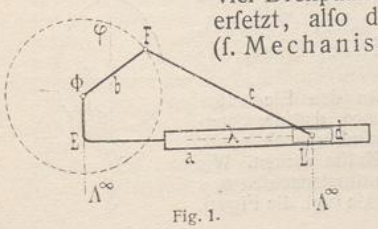


Fig. 1.

Wird eines der beiden Glieder a, d, die durch die Richtpaarung verbunden ſind, z. B. das Glied a in Fig. 1, feſtgeſtellt, dann heißt der Schubkurbelmechanismus ein Schubkurbelgetriebe, und dieſes iſt ein zentriſches oder exzentriſches, je nachdem die Bahn λ des Punktes L durch oder nicht durch die Achſe Φ geht, alſo die Strecke $\Phi E \gtrless 0$ iſt. Das Schubkurbelgetriebe heißt ferner

ein rotierendes, wenn das Glied *b* um die feſte Achſe Φ rotiert, der Punkt *F* alſo den Kreis φ beſchreibt, ein ſchwingendes, wenn das Glied *b* nur Schwingungen um die feſte Achſe Φ ausführen kann. Denken wir uns das Glied *d* feſtgeſtellt, dann kann das Glied *c* um die feſte Achſe *L* nur Schwingungen vollziehen und das Schubkurbelgetriebe iſt dann ein ſchwingendes,

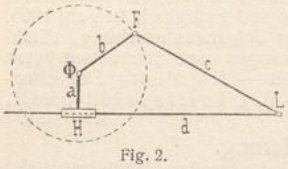


Fig. 2.

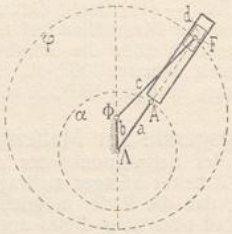


Fig. 5.

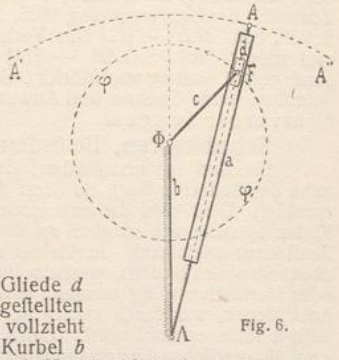


Fig. 6.

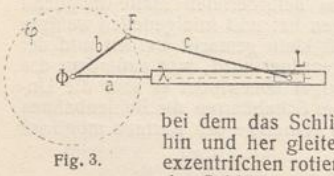


Fig. 3.

bei dem das Schlitzglied *a* über dem feſten Gliede *d* hin und her gleitet. Bei dem in Fig. 1 dargeſtellten exzentriſchen rotierenden Schubkurbelgetriebe vollzieht der Schlitten *d* während einer Rotation der Kurbel *b* eine Schwingung, und dieſe ſchwingende Bewegung wird auch Kurbelſchub genannt. Das rotierende Glied *b* heißt die Kurbel des Kurbelgetriebes und das Glied *c* heißt die Schubſtange desſelben. In Fig. 2 iſt ein exzentriſches rotierendes Schubkurbelgetriebe in andrer Geſtalt gezeichnet, bei dem die Richtpaarung durch die Hülſe *H* des feſtgeſtellten Gliedes *a* und durch das in derſelben gleitende ſtangenförmige Glied *d* gebildet iſt. Am meiſten wird in der Praxis das in Fig. 3 dargeſtellte zentriſche Schubkurbelgetriebe angewendet, bei dem die Mittellinie λ des Schlitzes im feſtgeſtellten Gliede bezw. die Bahn des Achſenpunktes *L* durch die feſte Achſe Φ geht. Wenn bei einem Schubkurbelmechanismus in Fig. 4, deſſen Richtpaarung beiſpielsweiſe aus einer Stange des Gliedes *a* und einer auf dieſer gleitenden Hülſe des Gliedes *d* gebildet iſt, eines der Glieder *b*, *c*, etwa das ſchraffierte Glied *b*, feſtgeſtellt wird, dann heißt der Schubkurbelmechanismus ein Schleifkurbelgetriebe; und dieſes wird ein exzentriſches oder zentriſches genannt, je nachdem die Strecke $\Lambda E > 0$ iſt. Rotieren die beiden Glieder *a*, *c* um ihre feſten Achſen Λ, Φ, ſo daß der Punkt *F* einen Kreis φ und ein beliebiger Punkt *A* des Gliedes *a* einen Kreis α durchläuft, dann heißt das Schleifkurbelgetriebe ein rotierendes.

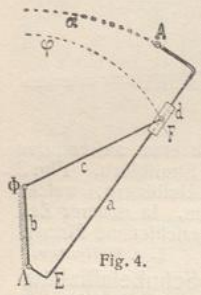


Fig. 4.

Wird dagegen in Fig. 4 das Glied *c* als feſt betrachtet, dann rotiert das Glied *b* als Kurbel um die feſte Achſe Φ, und das Glied *d* vollzieht Schwingungen um ſeine feſte Achſe *F*. In dieſem Falle wird das Schleifkurbelgetriebe ein ſchwingendes genannt. In Fig. 5 und 6 ſind zwei zentriſche Schleifkurbelgetriebe dargeſtellt, bei welchen die Richtpaarung durch einen prismatiſchen Schlitz des Gliedes *a* bezw. eine Schleife und einen in dieſer gleitenden Schlitten gebildet iſt. Das Schleifkurbelgetriebe in Fig. 5 iſt ein rotierendes, weil die Punkte *A*, *F* bezw. die Kreiſe α, φ durchlaufen. In Fig. 6 vollzieht während jeder Umdrehung der Kurbel *c* das Glied *a* eine hin und her gehende Schwingung um die feſte Achſe Λ. Während alſo der Punkt *F* der Kurbel den Kreis φ durchläuft, bewegt ſich der Punkt *A* des Gliedes *a* auf den Kreisbogen $A' A A''$ hin und her, und das Schleifkurbelgetriebe iſt demnach ein ſchwingendes. In der ſchleifenförmigen Geſtaltung wird das Schleifkurbelgetriebe am meiſten angewendet und wird deshalb auch Kurbelſchleife (ſ. d.) genannt. Die Konſtruktionen der Geſchwindigkeiten ſowie der Beſchleunigungen der Punkte der bewegten Glieder bei den Schubkurbel- und den Schleifkurbelgetrieben wird in der Kinematik gelehrt [2].

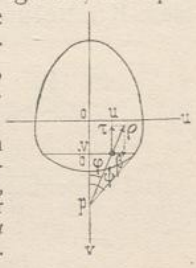
Literatur: [1] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875, S. 324. — [2] Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888. *Burmeſter.*

Schublehren, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 398.

Schubmodul, ſ. Schubelaſtizität.

Schubrinne, ſ. Förderrinne.

Schubſpannungen. Allgemeines über dieſelben ſ. Druck, Spannungen, Elaſtizitätslehre (allgemeine), Schubelaſtizität, Schubfeſtigkeit, Hauptſchubſpannungen, Spannungstrajektorien. Beſondere Fälle: Nietverbindungen für Eiſenkonſtruktionen, Biegung, Biegungselaſtizität, Balken (einfache, Tabelle), Blechträger, Einſenkung, elaſtiſche Linie, Elaſtizitätsmodul u. ſ. w. und die dortige Literatur.



Am häufigſten hat man die Schubſpannungen in den Elementen eines Stabquerſchnitts unter der Vorausſetzung zu beſtimmen, daß der Querſchnitt eine Symmetrieachſe beſitzt, in welcher die Schubkraft *P* wirkt, während auf die Mantelfläche und ſenkrecht zu *P* keine Kräfte wirken. Wir wählen für dieſen Fall in der Querſchnittsebene als Koordinatenachſen *v*, *u* die Symmetrieachſe und eine beliebige dazu ſenkrechte Achſe (vgl. die Figur).

Der Symmetrie halber werden ſymmetriſch zur v-Achſe bei gleichem v gleiche Schubſpannungen ϱ auftreten, deren Vertikalkomponenten und Horizontalkomponenten durch τ, β bezeichnet ſein mögen. Aus den Gleichgewichtsbedingungen folgt für ein Flächenelement an beliebiger Stelle u, v:

$$\varrho = \frac{\tau}{\cos\varphi}, \qquad \beta = \tau \operatorname{tg}\varphi, \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{2u}{b}\operatorname{tg}\psi, \tag{1.}$$

unter b die Querſchnittsbreite bei v, unter φ den Winkel einer Geraden vom Flächenelement nach demjenigen Punkte p verſtanden, in welchem die Tangente an den Querſchnittsumfang bei v die v-Achſe ſchneidet. ψ iſt der Wert von φ für $u = b/2$. Nach 1. hat man für $u = 0$ ſtets $\varrho = \tau$, während bei gleichem τ das größte ϱ für das größte φ eintreten würde. Damit alle ϱ gleich wären, müßte τ proportional $\cos\varphi$ ſein.

Speziell unter den Vorausſetzungen der techniſchen Biegungstheorie (auch mit Berückſichtigung des Einfluſſes der Schubkräfte auf die Biegung, Bd. 1, S. 797) und bei vertikaler v-Achſe iſt τ für alle Querſchnittselemente von gleichem v gleichgroß, nämlich wenn die u-Achſe durch den Schwerpunkt des Querſchnitts geht und im folgenden für horizontale Stäbe $P = V_x$, für einfach gekrümmte Stäbe $P = T_x$ geſetzt wird, mit den Bezeichnungen Bd. 1, S. 792, 799:

$$\tau = \frac{S_v}{J b} P. \tag{2.}$$

Hiernach hat man für das Rechteck von der Breite b und Höhe h und für die Ellipſe von der vertikalen und horizontalen Halbachſe a, c:

$$\tau = \frac{3}{2}\,\frac{h^2 - 4v^2}{b h^3} P \text{ bezw. } \tau = \frac{4}{3\pi}\,\frac{a^2 - v^2}{c a^3} P, \tag{3.}$$

und nach 1., 3. die größte Schubſpannung, für $v = 0$, in der Achsſchicht:

$$\varrho = \tau = \frac{3}{2\,b\,h} P \text{ bezw. } \varrho = \tau = \frac{4}{3\pi\,a\,c} P, \tag{4.}$$

d. h. $^3/_2$- bezw. $^4/_3$ mal ſo groß als bei gleichmäßiger Verteilung auf den Querſchnitt. Speziell für Quadrat und Kreis ſind in 3. 4. $h = b$ bezw. $c = a$. — Die Bedingungen, auf welchen die Gleichungen 1.—4. ſpeziell für den Fall der Biegung beruhen, ſind an Stellen, wo plötzliche Aenderungen von b eintreten (T-Querſchnitt, Blechträgerquerſchnitt u. ſ. w.) nicht ſämtlich gleichzeitig erfüllbar. Da nun an allen andern Stellen der betreffenden Querſchnitte $\varphi = 0$, $\varrho = \tau$ zu ſein pflegt, ſo hat man in den fraglichen Fällen meiſt nur die Schubſpannungen τ in Betracht gezogen, doch muß man ſich darüber klar ſein, daß dies an jenen Unſtetigkeitsſtellen nicht zutrifft.

Literatur: [1] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 123. — [2] Ritter, Anwendungen der graphiſchen Statik, I, Zürich 1888, S. 61. — [3] Foeppl, Vorleſungen über techniſche Mechanik, III, Feſtigkeitslehre, Leipzig 1900, S. 59, 74, 128. — [4] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 2, Brückenbau, 2. Abteilung, Leipzig 1901, S. 219. — [5] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I, Leipzig 1901, S. 101; (auch Neuere Methoden der Feſtigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 243). — [6] Mehrtens, Vorleſungen über Statik der Baukonſtruktionen und Feſtigkeitslehre, I, Leipzig 1903, S. 366. — [7] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 363. — [8] Keck-Hotop, Vorträge über Elaſtizitätslehre, I, Hannover 1905, S. 59, 74, 128.

Weyrauch.

Schubſtange, ſ. Schubkurbelmechanismus und Pleuelſtangen.

Schürfen, Unterſuchung der Erdoberfläche auf das Vorhandenſein von Lagerſtätten nutzbarer Mineralien oder von Waſſer (Waſſerſchürfungen) durch Ziehen von Gräben und Anlegen von kleinen Stölln oder Schächtchen (Schurfgräben, -ſtölln, -ſchächte).

Treptow.

Schüttboden, ſ. v. w. Bodenſpeicher (ſ. d.) und Getreideſpeicher.

Schütte, ſ. Rutſchen.

Schüttelherd, ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 45.

Schüttelrätter, ſ. Siebvorrichtungen.

Schüttels (Verlaate), ſ. Siele.

Schüttgelb, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 637.

Schüttrinne, ſ. Rutſchen.

Schüttſtein, ſ. Kanaliſation der Privatgrundſtücke, Bd. 5, S. 332.

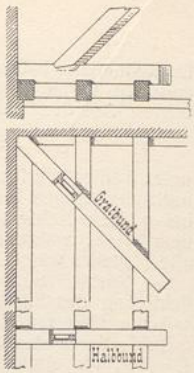
Schüttungsverhältnis. Geſchüttetes Volumen: urſprüngliches Volumen bei Bodenarten.

Die Geſteine erfüllen in der Natur den Raum vollſtändig, von etwaiger Poroſität iſt hierbei abgeſehen. Auch die Sandkörner ſind ſehr eng aneinander gelagert. Wird das Geſtein aus dem Zuſammenhange gelöſt, ſo bricht es in mehr oder weniger unregelmäßigen Stücken, und das Volumen der aufgeſchütteten Maſſe iſt erheblich größer als der urſprünglich eingenommene Raum. Während bei Erdarbeiten diejenige bleibende Volumenvermehrung in Rechnung zu ziehen iſt, die nach Vollendung der Anſchüttung, d. h. nachdem ſich der Boden wieder geſetzt hat, oder künſtlich feſtgelegt wurde, verbleibt (vgl. Bodenlöſung, Bd. 2, S. 107), kommt für den Bergbau die Volumenvermehrung bei loſer Auffchüttung in Frage; ſie iſt für die Füllung der Fördergefäße und für die Abbaumethoden mit Bergeverſatz äußerſt wichtig (vgl. Abbau). Das Schüttungsverhältnis bei loſer Auffchüttung iſt für Sand 1,25, für weiche Geſteine 1,5, für feſte Geſteine 2,0—2,5. Es nimmt alſo 1 cbm anſtehendes feſtes Geſtein, das in großen und unregelmäßigen Stücken bricht, geſchüttet etwa 2,5 cbm ein.

Treptow.

Schütze, Schützenaufzug, -wehr, ſ. Schleuſenwehr; vgl. a. Weberei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Schützenfänger, Sicherheitsvorrichtung zum Aufhalten der herausgeflogenen Schützen (s. Weberei).

Schuh, Vorkehrung zur Verstärkung oder zum Schutz gegen Abnutzung von Bauteilen oder Gebrauchsgegenständen.

1. Ein Ueberlagholz zur Verstärkung von Balken oder Unterzügen bei Hängewerken (s. d., Bd. 4, S. 736, Fig. 11) zur Aufnahme eines starken Seitenschubes der Streben oder zur Verteilung des Drucks auf mehrere Balken von schräg oder senkrecht zur Balkenlage gerichteten Streben (vgl. die nebenstehende Figur); s. a. Gratgebinde, Bd. 4, S. 617. — 2. Eiserner Beschlag eines Holzes, um es vor rascher Abnutzung zu schützen, so bei Spundpfählen oder Pfählen (s. d., S. 77, Fig. 2—4), die in harten Boden eingetrieben sind; ferner auch bei Schaufeln (Schippen), Brechstangen u. s. w. aus Holz. *Weinbrenner.*

Schuhfabrikation, Herstellung von Fußbekleidungen aus Leder (s. d.) und Geweben verschiedener Art. — Ueber die historische Entwicklung der Schuhindustrie s. [1].

1. **Schuh- und Stiefelleisten.** Die Seele des Schuhes ist der Leisten. Derselbe verkörpert die Form des Fußes. Spitzenform und -sprengung (die Hebung des Leistens vom Boden) unterliegen dem Modegeschmack. Im einzelnen unterscheiden sich die Leisten nach Stiefelart, Bodenbefestigungsverfahren, Absatzhöhe, Weitenabstufungen und Lederart, aus welcher die Beschuhung verfertigt wird. Als Material zum Leisten dient vorzugsweise das Holz der Weiß- und Rotbuche; eiserne Leisten sind nur selten im Gebrauch.

2. **Modelle und Schaftfabrikation.** Nach fachmännischen Begriffen besteht jeder Schuh aus zwei Teilen: dem Oberteile, Schaft genannt, und dem Boden. Die Oberteile setzen sich aus vielen einzelnen Teilen zusammen. Die Modelle zu diesen werden entweder nach dem Knöfelschen Winkelsystem geschnitten oder nach dem Leisten kopiert. Das Leistenkopierverfahren gelangt heute in allen besseren Fabriken zur Anwendung. Nach dieser Methode bildet der Leisten, d. i. die Form, über welche der Schuh gemacht wird, die Grundlage für den Aufbau des Modelles. Indem man diesen längs seiner Mitte teilt, gewinnt man eine Kopie von dessen Besonderheiten hinsichtlich Sprengung, Länge und Form. An den halbierten Leisten wird dabei ein Stück Drell oder Segeltuch geheftet und so die Grundform geschaffen für den weiteren Aufbau des Schaftes [2]. Die Modelle werden serienweise abgestuft. Es umfassen Schuhe für Herren die Größen 48—40, für Damen 42—36, für Kinder 35—18. Dieser Einteilung liegt das französische Stichmaß zugrunde. In Gebrauch sind ferner: in Deutschland das Zentimetermaß, in England und Amerika das Zollmaß. Gegenübergestellt ergibt sich folgende Staffel:

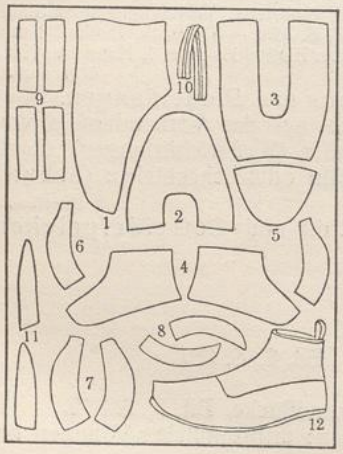


Fig. 1. Die verschiedenen Teile des Schaftes. 1. Schuhfutter. 2. Besatzfutter. 3. Vorderteil aus Leder. 4. Oberteileinsätze aus Leder. 5. Vorderkappe aus Leder. 6. Knopflochlasche aus Leder. 7. Knopflochlaschenfutter. 8. Knopfunterlaschenfutter. 9. Bordüre. 10. Strupfriemen. 11. Ueberstemme. 12. Komplettes Oberteil.

Nr. 1	englische Größe	= 11	cm =	ungefähr	16½ Stich
„ 2		= 11,8466	„ =	„	17¾ „
„ 3		= 12,6932	„ =	„	19 „
„ 4		= 13,5398	„ =	„	20¼ „
„ 5		= 14,3864	„ =	„	21½ „
„ 6		= 15,2330	„ =	„	22¾ „
„ 7		= 16,0796	„ =	„	24 „
„ 8		= 16,9262	„ =	„	25¼ „
„ 9		= 17,7728	„ =	„	26½ „
„ 10		= 18,6194	„ =	„	27¾ „
„ 11		= 19,4660	„ =	„	29 „
„ 12		= 20,3126	„ =	„	30¼ „
„ 13		= 21,1592	„ =	„	31½ „
Nr. 1	englische Größe	= 22,0058	„ =	„	33 „
„ 2		= 22,8524	„ =	„	34¼ „
„ 3		= 23,6990	„ =	„	35½ „
„ 4		= 24,5456	„ =	„	36¾ „
„ 5		= 25,3922	„ =	„	38 „
„ 6		= 26,2388	„ =	„	39¼ „
„ 7		= 27,0854	„ =	„	40½ „
„ 8		= 27,9320	„ =	„	41¾ „
„ 9		= 28,7786	„ =	„	43 „
„ 10		= 29,6292	„ =	„	44¼ „
„ 11		= 30,4718	„ =	„	45½ „
„ 12		= 31,3184	„ =	„	46¾ „
„ 13		= 32,1650	„ =	„	48 „

Die Modelle werden in einzelne Schnittschablonen zerlegt, mit Zugaben versehen und dienen als Vorlagen beim Ausschneiden der Felle. Herrenstiefel bestehen aus den in Fig. 1 wiedergegebenen Teilen. Diese sind an jenen Stellen, wo sie übereinander laufen, abzuschärfen, zusammenzusetzen und zusammenzunähen. Die Schaftfabrikation wird gänzlich von dem System der Arbeitsteilung beherrscht. Für jede Naht gibt es besondere Maschinen, [3]. Betriebe mit veralteter Arbeitstechnik sind unrentabel.

3. **Die Bodenfabrikation.** Man unterscheidet rahmengenähte, durchgenähte, genagelte

und gewendete Böden. Die auf Rahmen genähten Stiefel zeichnen sich durch größere Eleganz und Geschmeidigkeit aus, während durchgenähtes und genageltes Schuhwerk den eigentlichen Stapelartikel bilden.

4. **Der Arbeitsprozeß.** Bei Rahmenschuhwerk ist dieser folgender: Ein Junge bringt den Leisten auf einen Ständer und befestigt die Innensohle mit kleinen Stiften auf den Leisten, über welchen der Schuh angefertigt werden soll. Um die Verwendung extra dünner Innensohlen zu ermöglichen, verwendet man sogenannte Gembrandsohlen. Diese werden auf der Fleischseite des Leders mit Kanevas überklebt. Dann bestreicht der Arbeiter mit der Stoßkappengummiermaschine (Fig. 2) die vordere Stoßkappe, so daß sich diese zwischen Oberleder und Futter einklebt. Gleichzeitig wird am hinteren Teile des Schaftes eine Kappe eingebracht, die dem Stiefel Stand verleiht und an welcher der Absatz seinen Halt bekommt. Das so vorbereitete Oberteil wird einfach auf den Leisten gebracht und dem Arbeiter an der Ueberholmaschine (Fig. 3) übergeben. Diese



Fig. 2. Stoßkappengummiermaschine.



Fig. 3. Ueberholmaschine.



Fig. 4. Confolidated-zwickmaschine.

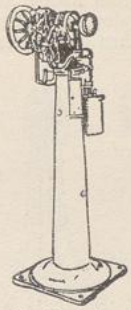


Fig. 5. Rahmeneinstechmaschine.



Fig. 6. Innennahtbeschneidmaschine.

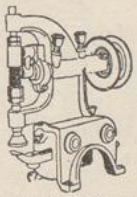


Fig. 7. Rahmenklopfmaschine.

Maschine zieht das Oberleder über den Leisten und befestigt dasselbe gleichzeitig durch fünf Zwickstifte (Tacks). Diese Operation wird auf der eigentlichen Zwickmaschine (Fig. 4) vervollständigt. Deren kunstvoller Mechanismus ermöglicht es, daß das Leder fest und nach bestimmten technischen Regeln auf den Leisten gezogen und dortselbst jedesmal unmittelbar vor dem Moment, in welchem die Zange das Leder wieder losläßt, durch einen Tacks befestigt wird. Diese Manipulation wiederholt der Arbeiter so oft, bis das Oberleder ringsherum hereingezwickt und an der Innensohle festgestiftet worden ist, mit Ausnahme der Schuhspitze. An dieser Stelle wird die Vorrichtung zum Eintreiben der Stifte ausgeschaltet und an Stelle der Tacks ein dünner Draht um das Oberleder gezogen. Dieser hält das Leder genügend fest umspannt. Dadurch wird verhindert, daß der Leisten an dieser der Abnutzung besonders unterworfenen Stelle vorzeitig unbrauchbar wird. Maschine Fig. 4 arbeitet sehr rasch und liefert pro Tag 150—450 Paar Schuhe oder Stiefel, je nach Qualität und Stärke des Leders. Damit ist der Stiefel für das Annähen des Rahmens, eines schmalen Lederstreifens, mit der Einstechmaschine (Fig. 5) fertig. Diese verbindet das Oberleder mit der Innensohle und befestigt gleichzeitig den erwähnten Lederstreifen, an welchen später die Sohle angenäht wird. Nach dem Einstechen werden Tacks und Draht wieder entfernt und der Schuh kommt zur Innennahtbeschneidmaschine (Fig. 6), die das nach dem Annähen des Rahmens über die Einstechnaht hervorstehende Oberleder wegschneidet. Auf diese Art wird die Naht flach, egal und sauber, und der Rahmen kann durch die Klopfmaschine (Fig. 7) noch weiter niedergeklopft werden, so daß er parallel der Innensohle liegt. Diese anscheinend untergeordnete Verrichtung ist technisch von größerer Wichtigkeit. Nicht niedergearbeiteter Rahmen beeinflußt die Nacharbeiten. Denn durch die Kraft, welche die Maschine beim Zusammennähen von Rahmen, Oberleder und Innensohle ausübt, bildet sich eine Wulst. Würde die Sohle ohne weiteres aufgelegt, so wäre eine seitliche Erhöhung vorhanden, während der innerhalb der Stiche liegende Raum eine Vertiefung zeigen würde. Ohnedem verlangt jeder Stiefel im Gelenk einen besonderen Stand. Man füllt diesen Zwischenraum im Gelenk des Stiefels entweder mit Leder oder Holz, im vorderen Teile mit Kork, Teerfilz oder einem andern Stoff aus. Diese Füllung wird mittels Gummizement, der aus Paragummi gewonnen, vulkanisiert und zurechtgemacht wird, eingebracht. Die Innen- oder Fleischseite der Außensohle wird unter Benutzung einer automatisch arbeitenden Zementiermaschine mit dem gleichen Klebestoff bestrichen. Sobald der Klebestoff der Füllung und derjenige an der Außensohle genügend getrocknet ist, kommt der Schuh zur Sohlenauflegemaschine (Fig. 8). Das ist eine mit vier Leistenträgern ausgestattete Maschine, die dazu dient, die Sohle vor dem Doppeln (Annähen) aufzupressen. Der Schuh wird hierbei auf einen der erwähnten Leistenträger gebracht, mit der Bodenfläche nach oben, und die zementierte Sohle auf den Schuh gelegt. Die Maschine wird durch einfaches Auffetzen des Fußes auf eine Vorrichtung in Bewegung gesetzt, und eine Gummiform in derselben Fassон wie die Bodenfläche des Leistens drückt die Außensohle nieder. Im nächsten Augenblick bewegt sich die Maschine mit dem unter starkem Druck befindlichen Schuh abwärts und schon steht der nächste Leistenständer für den Empfang des nächsten Schuhes vor dem Arbeiter. Auf diese Weise befinden sich fortwährend drei Schuhe unter Druck, während der vierte herausgenommen wird und ein andrer an dessen Stelle kommt. Beim Verlassen der Maschine ist die Sohle glatt und fest aufgepreßt. Das ist sowohl wichtig für die nachfolgenden Arbeiten als auch für die Haltbarkeit der Sohlen im Gebrauch. Wie die Erfahrung lehrt, ist schlecht aufgerichteten Sohlen nur geringere Haltbarkeit eigen. Der Schuh wandert dann zur Sohlenbeschneid- und -rißmaschine (Fig. 9), die nicht nur die Sohlen den Konturen der Leisten ent-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſprechend formt, ſondern gleichzeitig auch den Riß zum Bergen der Doppelſtiche in die Sohle einbringt. Um den Schuh biegſamer, leichter und eleganter im Ausſehen zu geſtalten, wird die Gelenkpartie der Sohle noch ausgeſchärft, eine Arbeit, welche die Gelenkſchärfmaſchine (Fig. 10) beſorgt. Sie nimmt von beiden Seiten der Sohle ſo viel Leder ab, als jeweils gewünſcht wird. Der bereits hergeſtellte Riß muß nun noch geöffnet werden. Zu dieſer Verrichtung gibt es ebenfalls beſondere Inſtrumente. Von Wichtigkeit iſt, daß der Riß genügende Tiefe hat, denn die in denſelben zu liegen kommenden Doppelſtiche müſſen völlig gedeckt ſein. Zu flach liegend, werden ſie beim Tragen der Beſchuhung frühzeitig abgelaufen. Die Folge davon iſt Trennen der Sohlennaht. Dann kann die Sohle mit dem Rahmen zuſammengenäht werden. Die hierzu dienende Doppelſteppſtichmaſchine (Fig. 11) liefert mit größter Geſchwindigkeit ſolide und ſchön ausſehende Stiche. Sie ſchneidet zu gleicher Zeit längs der Doppelnaht einen Lederſtreifen ab. Bleibt dieſer am Leder ſtehen, ſo löſt ſich die äußere Kante des Sohlenriſſes nach kurzem Tragen der Beſchuhung los, und der Laie glaubt nicht ſelten, darin ein Zeichen von minderwertigem Material erblicken zu dürfen. In der Tat hat das Ablöſen dieſer Lippe von der Sohle mit der Haltbarkeit des Materiales nichts gemein: es iſt nur ein Schönheitsfehler.

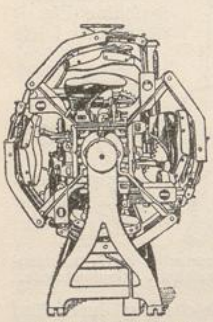


Fig. 8. Sohlenauflegemaſchine.

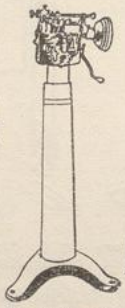


Fig. 9. Sohlenbeſchneid- und -rißmaſchine.



Fig. 10. Gelenkausſchärfmaſchine.



Fig. 11. Doppelſteppſtichmaſchine.

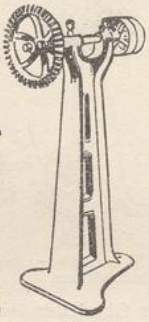


Fig. 12. Rißſchließmaſchine.

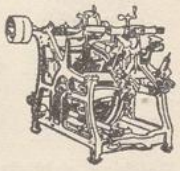


Fig. 13. Zwillingsglättmaſchine.

Damit gelangt der Schuh in die Ausputzerei. Zuerſt iſt der zur Aufnahme der Doppelſtiche dienende Riß zu ſchließen. Es wird das in raſcheſter Weiſe durch die Rißſchließmaſchine (Fig. 12) beſorgt. Vor dem Zudrücken wird in die Oeffnung eine ſchwache Lage von dem bereits früher einmal erwähnten Gummizement eingeſtrichen, das Leder angefeuchtet und ſo der in die Sohle eingebrachte Riß wieder geſchloſſen. Die Sohle entbehrt aber noch der nötigen Ebenheit, weshalb ſie noch niedergerieben werden muß. Zu dieſem Zwecke wurde eine automatiſch wirkende Glättmaſchine (Fig. 13) konſtruiert, die gleichzeitig zwei Schuhe bearbeitet und deren Ausführung es geſtattet, daß, während die Sohle des einen Schuhes in die richtige Form gebracht wird, der Arbeiter den zweiten Schuh bereits vorarbeiten kann. Die Bewegung beim Glätten führt die Maſchine ſelbſttätig aus. Nachdem der Schuh auf dieſe Weiſe die gewünſchte glatte Sohlenfläche erhalten hat, iſt er für die Befeſtigung des Abſatzes fertig. Zuerſt muß der Teil der Sohle, auf welchen der Abſatz kommt, noch befeſtigt werden (Befeſtigen des Anſchlages). Das mit der Anſchlagaufnagelmaſchine (Fig. 14) zu befeſtigende Ferſenteil des Schuhes muß die Sohle, die hintere Kappe und die Innenſohle treffen. Hier findet der Abſatz ſeinen Halt. Mit dieſer Maſchine vermag man bis zu 350 Nägel in der Minute einzuſchlagen. Dabei werden die Spitzen der Nägel auf der Innenſohle glatt umgenietet. Mittels der Sohlenferſebeſchneidmaſchine (Fig. 15) wird die an dem Ferſenteil überſtehende Sohle abgenommen. Dann kommt der Schuh zur Abſatzaufnagelmaſchine (Fig. 16), die mit einer Bewegung ſämtliche für die ſolide Befeſtigung des Abſatzes nötigen Nägel eintreibt. Die Nägel werden in der Weiſe eingetrieben, daß deren Kopf noch eine Kleinigkeit über den oberſten Fleck hinweg ſteht. Durch eine einfache Auslöſung wird der Stiftenfleck aufgedrückt, und die überſtehenden Nägel halten denſelben proviſoriſch feſt. Der oberſte Fleck des Abſatzes iſt immer

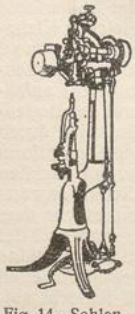


Fig. 14. Sohlen- und Anſchlagnagelmaſchine.

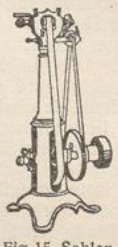


Fig. 15. Sohlenferſebeſchneidmaſchine.

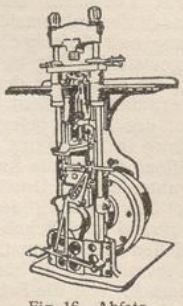


Fig. 16. Abſatzaufnagelmaſchine.



Fig. 17. Oberfleckſtiftmaſchine.

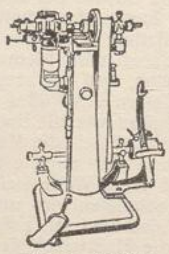


Fig. 18. Abſatzfräsmaſchine.

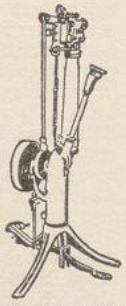


Fig. 19. Abſatzfrontbeſchneidmaſchine.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

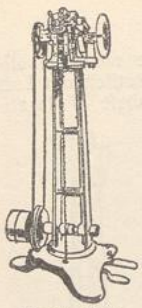


Fig. 20. Stichſtoppmaſchine.

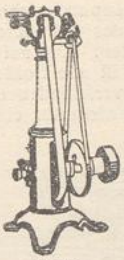


Fig. 21. Schnittfräſe.



Fig. 22. Schnitt- und Kantenpoliermaſchine.

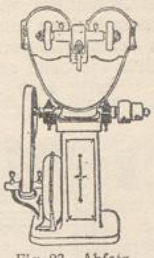


Fig. 23. Abſatzausglasmaſchine.



Fig. 24. Abſatzfrontausglasmaſchine.

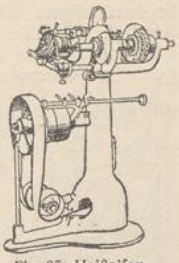


Fig. 25. Heißeiſenabſatzpoliermaſchine.

beſſeres Leder, während zu den übrigen Teilen des Abſatzes qualitativ geringeres Material verwendet wird. Der Abſatzoberfleck kann dann mit einer oder zwei Reihen Stiften verſehen werden, die ſich wie eine Perlenkette um den Abſatz herumziehen ſollen. Dieſe Arbeit verrichtet die Oberfleckſtiftmaſchine (Fig. 17), die in großer Geſchwindigkeit von einem Drahtringe des in Betracht kommenden Profiles entſprechende Nägel abſchneidet und in den Oberfleck eintreibt. Der Abſatz beſitzt jetzt noch ein ganz rohes Gepräge; er iſt nur zuſammengeſtellt. Die einzelnen Flecke treten noch ungleich hervor und zeigen nur in groben Umriſſen die ſpätere Form. Seine richtige Geſtalt bekommt er erſt durch die Abſatzfräsmaſchine (Fig. 18), und zwar auf folgende Weiſe: der Arbeiter bringt den Abſatz an die Schneide der mit ſehr großer Geſchwindigkeit rotierenden Meſſer, die mittels Schablonen genau auf die entſprechende Faſſon geſchliffen worden ſind, in der man den Abſatz gefräſt zu haben wünſcht. In Verbindung mit dieſen Abſatzfräsmeſſern arbeiten zwei weitere Meſſer, die rings um den Sitz des Abſatzes (Anſchlag) das Leder in der Weiſe abſchneiden, daß der Abſatz die Maſchine in vollendeter Form verläßt. Um zu gewährleiſten, daß die Meſſer auch beim Schleifen ſtets ihre urſprüngliche Form behalten, werden dieſelben an einem beſondern Schleifapparat nach Schablonen (Lehren) geſchliffen. Es iſt alſo vollſtändig ausgeſchloſſen, daß ſie durch Nachſchärfen oder längeren Gebrauch ihre Faſſon verändern. Hierauf iſt noch die Front des Abſatzes zu beſchneiden. Dieſe Arbeit wird mittels Maſchine (Fig. 19) ausgeführt, die durch Abwärtsbewegen des Meſſers eine ſaubere glatte Fläche zurückläßt. Dann ſind die Stiche noch zu markieren, die ſich längs der Sohle um den Stiefel herumziehen und beim fertigen Stiefel dem Auge ſichtbar ſind. Dieſes Markieren der Stiche wurde früher mit der Hand gemacht und erforderte Kraft und Uebung. Die Stichſtoppmaſchine (Fig. 20) hat dieſe Arbeit übernommen und führt ſie ſchöner, gleichmäßiger und um etwa zwanzigmal ſchneller aus als ehedem der Schuhmacher mit der Hand.

Der Schuh als ſolcher iſt jetzt fertig. Nur die Kanten der Sohlen ſind noch rauh. Sie ſind noch in dem Zuſtande, wie ſie die Sohlenbeſchneid- und -rißmaſchine (Fig. 9) verließen. Es fehlt denſelben die für das ſchöne Ausſehen unerläßliche Nachbearbeitung. Die Sohlenkante muß zunächſt gefräſt werden. Das iſt eine Arbeit, die große Erfahrung, ſicheres Auge und geübte Hand ſeitens des Arbeiters bedingen. Als Inſtrument dient die Schnittfräſe (Fig. 21). Dieſelbe iſt mit einem Zirkularfräſer ausgeſtattet, der mit ſehr großer Geſchwindigkeit rotiert. Gegen deſſen Meſſer wird die Kante der Sohle gedrückt. Der Arbeiter dreht dabei den Schuh entſprechend, bis die Kante einen glatten Schnitt bekommen hat. Derſelbe darf jedoch die der Sohle eigne Faſſon nicht verletzen. Und darin liegt eben die Schwierigkeit. Die egaliſierte Sohlenkante wird weiterhin mit einer Wachs enthaltenden Tinte beſtrichen. Dieſe läßt man bis zu einem beſtimmten Grade trocknen und wird dann mit der Schnittpoliermaſchine (Fig. 22) in das Leder eingebrannt. Deren Eiſen decken ſich genau mit den Profilen der Sohlenfräſen. Sie werden in dem nötigen Maße erhitzt und das nach dem Abbrennen auf dem Schnitte aufgetragene Wachs in raſchem Tempo durch Hinundherbewegen flüſſig gemacht und verteilt. Danach bekommt die Sohlenkante eine Politur, und der Abſatz hat weiterhin eine ähnliche Bearbeitung durchzumachen. Die vorher gefräſte Fläche wird mit der Abſatzausglasmaſchine (Fig. 23) nachgeſchliffen. Dieſe Maſchine iſt mit zwei filzbezogenen Rädern verſehen, die ihrerſeits wieder mit entſprechend der Abſatzfaſſon geformten Sandpapierſtreifen beſpannt ſind. Der zu ſchleifende Abſatz wird gegen die rotierenden Scheiben gehalten und ſo lange gedreht, bis derſelbe glatt genug ausgeſchliffen iſt. Genau in der gleichen Weiſe wird auch die Front des Abſatzes auf Maſchine Fig. 24 bearbeitet. Endlich hat der Abſatz noch ſeinen endgültigen Glanz zu bekommen. Zu dieſem Zweck wird eine Poliertinte in der Farbe des Oberleders aufgetragen. Nachdem dieſe getrocknet iſt, wird der ſo präparierte Abſatz gegen das geheizte, ſchnell rotierende und nachgiebige Eiſen der Abſatzpoliermaſchine (Fig. 25) gehalten und ſo lange bearbeitet, bis der gewünſchte Glanz vorhanden iſt. Dieſe Heißpoliermaſchine vereinigt in ſich alles Notwendige für das vollſtändige Polieren des Abſatzes, beſtehend aus einer Vorrichtung, die dem erwärmten elaſtiſchen Poliereiſen das benötigte Wachs automatiſch zuführt, einem Rädchen zum Verzieren der unteren Abſatzkante und zwei Bürſten zum Nachpolieren bezw. zum Verreiben des Wachſes. Jetzt bleibt nur noch der Ausputz der Schuhſohle und der des Abſatzoberfleckes übrig. Um die oberſte ſpröde Decke von der Sohle abzunehmen, kommt der Schuh zur Bodenabglasmaſchine (Fig. 26). Dieſe iſt ebenfalls mit zwei Rollen ausgeſtattet, die mit Sandpapierſtreifen beſpannt ſind und mit großer Geſchwindigkeit rotieren. Die Sohle, die vollſtändig trocken ſein muß, wird leicht aufwärts gegen dieſe ſich drehenden Rollen bewegt, bis der Narben des Leders vollſtändig weggenommen worden iſt. Mehr als die Oberhaut (Narben) des Leders darf nicht abgezogen werden. Dies würde den ſpäteren Glanz des Ausputzes

beeinträchtigen. Diese Arbeit des Abbimsens wird auf der Bodenputzmaschine noch vervollständigt. Dieselbe arbeitet mit einem kleinen runden Luftkissen, das sich automatisch mit Luft füllt und auf das feine Scheiben Schmirgelpapier gespannt werden. Die auf diese Weise abgebimste Sohlenoberfläche wird sich wie Samt anfühlen. Damit ist die Sohle fertig zum Auftragen der verschiedenen Poliertinten, die dem Ganzen nicht nur ein vornehmes Ansehen geben, sondern auch verhindern, daß die Sohlen in den Schaufenstern der Läden sowie beim Anprobieren der Stiefel beschmutzt werden. In Fig. 28 und 29 sind die hierzu dienenden Maschinen, die mit Lederscheiben und Lappenbürsten ausgerüstet sind, wiedergegeben.



Fig. 26. Bodenabglasmaschine.



Fig. 27. Bodenabbimsmaschine.

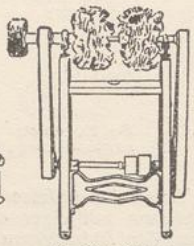


Fig. 29. Sohlenbürstmaschine.

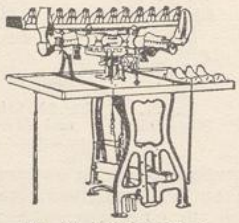


Fig. 30. Stiefelaufblockmaschine.



Fig. 31. Sohlenstempelmaschine.

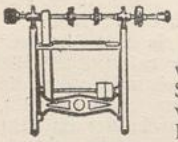


Fig. 28. Kaltpoliermaschine.

Erst jetzt wird der Leisten aus dem Stiefel genommen. Dann wird das Oberleder, welches während des Arbeitsprozesses abgegriffen wurde und sein frisches Ansehen einbüßte, aufgefrischt. Der Schuh kommt vorerst auf die Aufblockmaschine (Fig. 30). Dort wird er auf kunstvolle dehnbare Leisten gebracht, die es ermöglichen, das Innere des Schuhes völlig auszufüllen, ohne denselben weiter auszudehnen. Durch Reinigungsmittel, Aufbügeln mittels Eisen und Ueberstreichen mit Appretur bekommt das Leder das aparte Ansehen. Den Schluß der Fabrikation bildet das Aufdrücken der Schutzmarke unter Benutzung der Stempelmaschine (Fig. 31), die durch einfache Aushebung den geheizten Stempel auf die auf einem Horn ruhende Schuhsohle drückt. Damit wurden in flüchtigen Zügen die verschiedenen Operationen beschrieben, welche die Fabrikation der Schuhe erfordert, die unter dem Namen „Goodyear-Welt-Schuhe" (Rahmenschuhe) allgemein bekannt geworden sind.



Fig. 32. Zwickmaschine. Tagesleistung bis zu 350 Paar.



Fig. 33. Kettenstichdurchnähmaschine. Tagesleistung bis zu 1000 Paar.

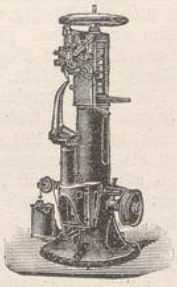


Fig. 34. Steppstichdurchnähmaschine. Tagesleistung bis zu 400 Paar.



Fig. 35. Schuhpflock(Holznagel-)maschine. Tagesleistung bis zu 700 Paar.

Bei genagelter und durchgenähter Arbeit ist der Fabrikationsprozeß viel einfacher. Die Maschinen sind zum Teil die nämlichen wie bei der Fabrikation von Rahmenware. Die wichtigsten, die neu hinzutreten, sind in Fig. 32—35 mit Angabe der (10stündigen) Tagesleistung im Bilde wiedergegeben.

Die Fabrikation von Schuhwerk mit aufgeschraubten Sohlen ist weniger von Bedeutung. Gewendete Schuhe werden teils mit der Hand gemacht (Hausindustrie), teils mit besonderen Maschinen. Dieses Schuhwerk nimmt eine Sonderstellung ein und unterscheidet sich neben dem Vorzug größerer Leichtigkeit von dem übrigen dadurch, daß das Oberteil umgewendet, d. h. mit der Innenseite nach außen über den Leisten gezogen und zuvörderst mit Stiften befestigt wird. In dieser Lage wird es später an die ebenfalls links auf den Leisten geheftete Sohle genäht. Als Verbindungsmaterial dient Pechfaden. Nach dem Nähen wird der Leisten herausgenommen und der Schuh gewendet (umgedreht); daher der Name. Die Innensohle wird nur eingeklebt. Als Material dient leichtes Sohlleder oder Ledererſatz. Die Absätze, meist Holz, werden aufgeschraubt oder in Ueberzüge eingenäht. Man unterscheidet je nach Art des besonderen Verfahrens: Ballschuhe, Pompadourschuhe, Puméschuhe; Anwendungsfeld: hauptsächlich Schuhe für gesellschaftliche Zwecke, nur selten zum Straßengebrauch. Literatur über Bodenfabrikation der gewendeten Schuhe [4].

Die leistungsfähigsten Firmen für Schuhmaschinen sind: Deutsche vereinigte Schuhmaschinengesellschaft in Frankfurt a. M. (gibt ihre Maschinen nur mietweise ab); „Moenus", Maschinenfabrik A.-G. in Frankfurt a. M.; Keatsmaschinengesellschaft A.-G. in Frankfurt a. M.; Nollesche Werke in Weißenfels a. S.; Adrian & Busch in Oberursel bei Frankfurt a. M.; Pöhler & Co., vormals Union in Leipzig; Robert Kiehle in Leipzig; Chr. Mansfeld in Leipzig; Rudolf Ley in Arnstadt i. Th. — Für die Schaftbrafikation: Singer Co. in Hamburg; „Union", Spezialmaschinenfabrik in Stuttgart,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Pfaff in Kaiserslautern; Fortunawerke Hirth in Cannstatt-Stuttgart. — Für die Schuhleistenfabrikation: C. Behrens in Alfeld a. d. Leine; Herm. Bergner in Eisenach; G. A. Spenlé in Frankfurt a. M.; Herm. Zetzsche in Arnstadt i. Th.; Hugo Barth in Arnstadt i. Th.; Wilh. Roefer in Erfurt.

Fachschulen: Preußische Fachschule für die Schäfte- und Schuhindustrie in Wermelskirchen; Thüringer Lehrschuhfabrik Heidenreich in Erfurt; Sächsische Fachschule für Schuhmacher in Siebenlehn in Sachsen.

Literatur: [1] Häffelbarth, Verschiedene Bodenbefestigungsverfahren, Leipzig. — [2] Köhler, Das Schäftemodellieren, Wermelskirchen; Knöfel, Die Fußbekleidungskunst, Wien; Köhler, „Triumph"-Modellschneideverfahren, Gotha. — [3] Preis-Maßtabellen (Verlag „Schuh und Leder", Berlin); Preiskalkulationen, ebend.; Köhler, Die Stepperei. — [4] Häffelbarth, Verschiedene Bodenbefestigungsverfahren, Leipzig; Preisgekrönte Arbeiten über Bodenkalkulationen (Verlag „Schuh und Leder", Berlin; Reorganisation einer Schuhfabrik, ebend.; ABC der Schuhfabrikation, Leipzig; Härzer, die Beschuhung für kranke Füße, Gotha; Häffelbarth, Fachausdrücke in der Schuhindustrie (Verlag „Schuhpost"), Frankfurt a. M. — Zu den besten Fachzeitungen für die Schuhbranche gehören: a) für die Großindustrie: „Schuh und Leder", Berlin; „Der Schuhmarkt", Frankfurt a. M.; „Die Schuhpost", ebend.; b) für das Handwerk: Leipziger illustrierte Schuhmacherztg., Leipzig; „Die Schuhmacherei", Gotha; Knöfels Schuhmacherztg., Wien; c) für den Schuhhandel: „Das Beispiel" (Verlag „Schuh und Leder", Berlin). Im gleichen Verlage erscheint alljährlich ein vorzüglich bearbeitetes Adreßbuch der deutschen Schuh- und Lederindustrie. — Organisationen: a) für die Großindustrie: Verband der deutschen Schuh- und Schäftefabrikanten, Vorsitzender: Kommerzienrat Manz, Bamberg (Bayern); Verband der Schuhmacher Deutschlands, Verbandsztg.: Schuhmacherfachblatt, Gotha; Verband deutscher Schuhwarenhändler, Sitz Berlin, Präsident: Emil Jakoby, Berlin; Zentralverband deutscher Schuhwarenhändler, Sitz Erfurt, Präsident: Chr. Siering, Erfurt. Der erstgenannte Schuhhändlerverband veranstaltet alle zwei Jahre eine große Ausstellung in Berlin. Dieselbe gestattet auch für den Laien einen zuverlässigen Ueberblick über die Leistungsfähigkeit der deutschen Schuhindustrie. b) für das Handwerk: Bund deutscher Schuhmacherinnungen, Sitz Berlin, umfaßt die Unterverbände in den preußischen Provinzen; Mecklenburgischer Schuhmacherverband, Sitz Schwerin; Verband sächsischer Schuhmacherinnungen, Sitz Döbeln; Verband süddeutscher Schuhmacher, Sitz Stuttgart; Bayerischer Schuhmacherbund, Sitz München; c) für Genossenschaftswesen: Verband selbständiger Schuhmacher Deutschlands, Sitz Leipzig.

Arno Häffelbarth.

Schule (Schulhaus), Gebäude zur Erteilung von Unterricht für die verschiedensten Alters- und Bildungsstufen; seine Ausbildung ist daher auch die mannigfaltigste, doch sind die Bedingungen und Erfordernisse für die einzelnen Arten, niederer wie höherer Schulen, besonders aber der Volksschulen, in den meisten Kulturstaaten durch Verordnungen festgestellt, in welchen über die Anzahl und Größe der Schulzimmer, Beleuchtung, Einrichtungsgegenstände u. s. w. Bestimmungen getroffen sind, welche für die Gesundheit und körperliche Entwicklung der Schüler die günstigsten Wirkungen bezwecken.

So in Preußen: Allgemeine Vorschriften für die räumliche Gestaltung von Gebäuden für höhere Schulen vom 17. November 1870; über Schulbänke ein Ministerialerlaß vom 30. Oktober 1879. In Sachsen: ein Schulgesetz vom 3. April 1873. In Bayern: Normalprogramm über Bau von Schulhäusern vom 20. Oktober 1855. In Württemberg: Ministerialverfügung vom 28. Dezember 1870. In Oesterreich: Ministerialerlaß vom 9. Juni 1873.

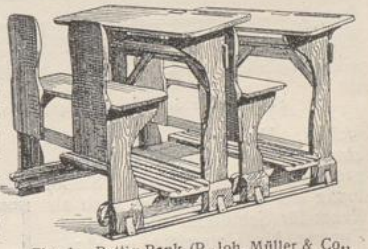


Fig. 1. Rettig-Bank (P. Joh. Müller & Co., Berlin).

Allgemeine, durch Erfahrung längst bewährte Gesichtspunkte sind: Die gesamte Aufführung des Gebäudes sei durchweg eine feste und dauerhafte. Die Ausbildung des Aeußeren und die innere Ausstattung sei einfach, aber würdig. Eingänge, Gänge und Treppen seien weit und hell. Gangbreite 2,2—3 m. Die Schulzimmer, welche entweder nach der Länge oder Tiefe des Gebäudes liegen, erhalten nur eine Fensterseite und diese, wenn tunlich, nach Norden gerichtet, wegen des gleichmäßigen Lichtes, oder aber vom Straßenlärm abgewendet. Die Größe der Schulzimmer richtet sich nach Sehweite und Anzahl der Schüler. Da jene nur bis 8,2 m deutlich ist und auf einen Lehrer nur 50, höchstens 70 kleinere Schüler kommen sollen, ist die Länge des Zimmers nicht über 9,50 m, die Breite 5,7—7 m anzunehmen. Die Höhe ist nach dem Klima verschieden, von 3,4—4,4 m. An Raum für Schüler ist zu berechnen:

	Flächeninhalt	Rauminhalt
für untere Klassen	0,9—1,0 qm	3,9—4,3 cbm
„ mittlere „	1,0—1,1 „	4,3—4,8 „
„ obere „	1,1—1,2 „	4,8—5,2 „

Die wichtige Frage über die vorteilhafteste Gestaltung der Schulbänke (s. Fig. 1) ist durch lange Jahre seitens der Aerzte, Lehrer und Fabrikanten behandelt worden, und sind hierüber die Ansichten wesentlich geklärt und in manchen Schriften [13]—[15] niedergelegt worden. — Zur Erhellung des Zimmers ist die Gesamtfensterfläche = 1/5 Grundfläche zu bemessen. Die Fensterbank ist mindestens 1 m über Fußboden; die, wenn tunlich, geraden Stürze sind der Decke möglichst nahe zu rücken. Breite der Fensterpfeiler 0,35—1,0 m. Die Wände sind ringsum

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit Täferung von 1,2—1,5 m Höhe zu verſehen. — An der vorderen Schmalwand befinde ſich der Lehrerſitz mit Tafel und Podium. Die Heizung kann lokal oder zentral ſein, in letzterem Falle mit Lüftung verbunden. Es iſt Raum für Aufbewahrung der Kleider vorzuſehen: entweder im Schulzimmer durch Rechen an der Langwand, in den Gängen oder in beſonderen Räumen

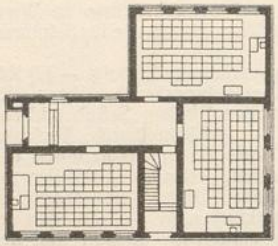


Fig. 2. Erdgeſchoß einer dreiklaſſigen preußiſchen Dorfſchule.

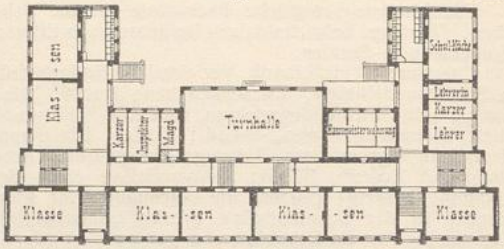


Fig. 4. Erdgeſchoß der Volksſchule für Knaben und Mädchen zu Nürnberg (Arch. Wallraff).

neben den Zimmern. Die Aborte ſind nach Alter und Geſchlecht zu trennen und ſo zu legen, daß ſie nicht ſtörend wirken, d. h. in beſonderen Gebäudeflügeln oder in niederen Einzelbauten im Hofe, mit dem Hauptbau durch einen gedeckten Gang verbunden [1], [3], [4], auch [6]—[8].

Die Gebäude der Volksſchulen zeigen den größten Unterſchied in bezug auf räumliche Ausgeſtaltung, je nach den Gemeinweſen, für welche ſie zu dienen haben. Die Schulen



Fig. 5. Primarſchule für Knaben und Mädchen zu Baſel (Arch. Flück & Hünerwadel).

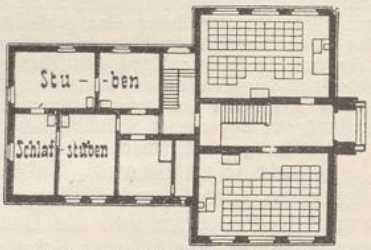


Fig. 3. Erdgeſchoß einer vierklaſſigen preußiſchen Dorfſchule.

in Dorfgemeinden (ſ. Fig. 2 und 3), wie auch Kinderſchulen und Bewahranſtalten ſind oft auf ein Stockwerk beſchränkt, falls nicht eine Wohnung für den Lehrer ein weiteres bedingt. Dagegen werden die Schulgebäude der Städte, beſonders der Großſtädte ([9]—[12]), als vielgeſtaltige, palaſtartige Bauten von drei bis vier Stockwerken aufgeführt (vgl. Fig. 4 und 5). Gleichartiger ſind die ſtädtiſchen Mittelſchulen, als Bürger- oder Realſchulen (fünf Klaſſen), Oberrealſchulen und höhere Töchterſchulen, Gymnaſien und Realgymnaſien (ſieben bis neun Klaſſen), Fortbildungs- und Gewerbeſchulen u. ſ. w., für welche noch folgende Nebenräume ſich als nötig er-

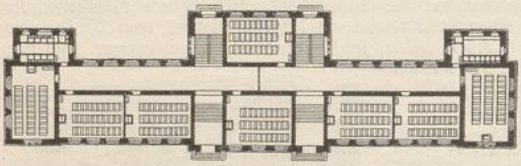


Fig. 5a (Grundriß des Erdgeſchoſſes von Fig. 5).

weiſen: Vorſtands- und Lehrerzimmer; eine Bibliothek und ein größerer Zeichenſaal (ſ. Saal, S. 536) ſowie ein Geſangſaal, der auch als Raum für Schulfeſte dienen kann. Zimmer für Unterricht in Phyſik und Chemie, letzteres mit Laboratorium. Ferner eine Turnhalle (ſ. d.), welche für die körperliche Entwicklung der Schüler beſonders wichtig erſcheint. Eine Wohnung für den Schuldiener, oft auch eine ſolche für den Vorſtand. Neben oder hinter dem Gebäude iſt ein größerer Schulhof als Spiel- und Turnplatz anzuordnen (ſ. Fig. 6).

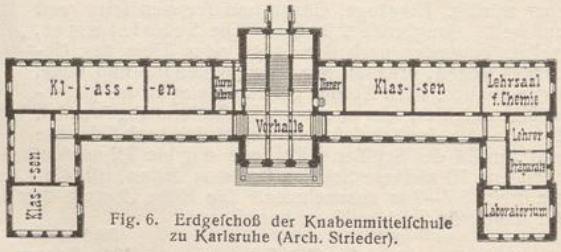


Fig. 6. Erdgeſchoß der Knabenmittelſchule zu Karlsruhe (Arch. Strieder).

Für den höheren Unterricht der Wiſſenſchaften und Künſte [2] beſtehen meiſt als ſtaatliche Anſtalten die Univerſitäten (ſ. d.), techniſchen Hochſchulen, Kunſtakademien (ſ. Bd. 5, S. 749), Konſervatorien (ſ. Bd. 5, S. 600) u. ſ. w. Ihrer hohen Bedeutung entſprechend, ſollen die Gebäude dieſer Anſtalten, welche in den deutſchen Staaten eine ſo eifrige Pflege finden, in einer dem Verkehr und Tagesgeräuſch entrückten Lage ſowie in würdiger Umgebung einen möglichſt hervorragenden Platz finden und einen künſtleriſch vollendeten, monumentalen Anblick gewähren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, IV. T., 6. Halbbd., 1. Heft, Niedere und Mittelſchule, mit reicher Literaturangabe, Stuttgart 1903. — [2] Ebend., IV. T., 6. Halbbd., 2. Heft, Hochſchulen, mit Literaturangabe, Stuttgart 1905. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884, S. 286 ff. — [4] Klaſen, L., Grundrißvorbilder, Abt. III, Schulgebäude, Leipzig 1884. — [5] Haſe, C. W., Das Volksſchulhaus (o. J.). — [6] Narjoux, F., Les écoles publiques en France et en Angleterre, Paris 1876. — [7] Derſ., Les écoles publiques en Suisse, Paris 1879. — [8] Derf., Les écoles publiques en Belgique et en Hollande, Paris 1878. — [9] Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1896. — [10] Leipzig und ſeine Bauten, Leipzig 1892. — [11] Frankfurt und ſeine Bauten, Frankfurt 1886. — [12] Straßburg und ſeine Bauten, Straßburg 1894. — Ueber Schulbänke: [13] Elſäſſer, C., Schulbankfabrik, Schönau i. O. 1886. — [14] A. Lickroth & Cie., Schulbankfabrik, Frankental (Pfalz). — [15] Rettig, W., Neue Schulbank, Leipzig 1895. — [16] Reeſe, H., Die neueren Schulhäuſer Baſels, Baſel 1902. — [17] Geiſer, A., Neuere ſtädtiſche Schulhäuſer in Zürich, Zürich 1901. — [18] Neumeiſter und Häberle, Neubauten, Bd. 1, Heft 5, Schulhäuſer, Leipzig 1904. — [19] Wheelwright, E. M., School-Architecture, Boſton 1901. — [20] Burgerſtein, L., Ratſchläge u. ſ. w. bei Gymnaſien und Realſchulen und Wohlfahrtseinrichtungen, Wien 1900.

Weinbrenner.

Schulter (Achſel), ſ. Abgeſetze.

Schulterband, ſ. Stützen.

Schultzeſches Pulver, ſ. Geſchoßtreibmittel, Bd. 4. S. 417.

Schulz' Röhrenapparat, ſ. Brikettieren, Bd. 2, S. 300.

Schuppen, Aufpicken, Rauhpicken des Holzes bei Fachwerkwänden und Brettſchalungen behufs beſſeren Haftens des Putzes.

Es erfolgt mit einer Queraxt oder dem Spitzhammer ſo, daß durch die ſchräggeführten Streiche das Holz von 3 zu 3 cm losgelöſt wird und ſo weit vorſteht, daß der aufgetragene Putz ſich anhängt. Das Verfahren iſt mangelhafter als das Verrohren. *Weinbrenner.*

Schuppen, Gebäude zum Aufbewahren der Acker- und Wirtſchaftsgeräte, der beſſeren Luxuswagen und Schlitten, der Feuerſpritzen u. ſ. w. S. a. Speicher.

Geräteſchuppen ſind meiſt offen, d. h. nicht rings von Wänden umſchloſſen. Der Raumbedarf iſt folgender: ein Erntewagen mit Deichſel 6,3—7,5 m, ohne Deichſel 3,8—5 m lang, 1,9—2,2 m breit; ein Düngerwagen mit Deichſel 6,3—6,6 m, ohne Deichſel 2,5—3,1 m lang, 1,9—2,2 m breit; ein Pflug 2,5—3,1 m lang, 1,3—1,6 m breit; ein Schlitten 1,9—2,5 m lang, 1,1—1,3 m breit; Eggen ſind 1,3—1,9 m lang und werden hochkantig aufgeſtellt; eine Mähmaſchine iſt 6,2 m lang, 3,6 m breit (Länge der Deichſel 3,5 m); eine Drillmaſchine 3 m lang, 2,3 m breit; eine breitwürfige Säemaſchine 4 m lang, 4 m breit; eine Ringelwalze 1,5 m lang, 2,5 m breit; eine Lokomobile 3 m lang, 1,8 m breit. — Schuppen für beſſere Wagen ſind verſchließbar, ſie erhalten Einfahrtstore von 2,8—3 m Breite und Höhe, ſind im Fußboden mit Gefälle für den Waſſerabfluß abzupflaſtern und möglichſt frei von Stützen zu halten; an Raum iſt erforderlich für eine Kutſche ohne Deichſel 3—3,8 m Länge, 1,6—2,2 m Breite, 2,8 m Höhe. — Feuerſpritzen ſind ſtets in beſonderem Raum unterzubringen, der für eine Spritze 5,3 m tief, 2,6 m breit, für zwei Spritzen 7—8 m tief, 3,3 m breit wird. *(† v. Tiedemann) Weinbrenner.*

Schuppenpanzerfarbe, ſ. Eiſenmennige und Schutzmittel.

Schurbaum, eine ſtarke Stange, die zum kräftigen Lenken und Anhalten von Flößen und Schiffen in der Flößerei und Kahnſchleppſchiffahrt benutzt wird.

Am Vorderende des im Waſſer bewegten oder treibenden Floßes oder Kahns elaſtiſch verbaut, iſt ſein ins Waſſer ragendes Ende ein gut Teil länger als die Waſſertiefe ſelbſt. Es wird daher der mit einem Schurbaum verſehene ſchwimmende Körper ſtark ſeitlich abgelenkt und in ſeiner Fahrt geſtoppt, ſobald er, ſchräg vorausgeſtellt, mit ſeinem unteren Ende die Flußſohle berührt. Hiermit iſt ſtets ein anfängliches Heben des Körpers verbunden, ein Grund, weshalb der im Waſſer befindliche Schurbaumteil nicht zu kurz gewählt werden darf, weil er ſonſt zufolge der dem Floß oder Kahn innewohnenden lebendigen Kraft überfahren wird. — Zu gleichen Zwecken dient bei den Elbflößen der zu ähnlichen Zwecken benutzte Schrickpfahl. *Schütte.*

Schurfſchein, ſ. Bergrecht.

Schurholzwand (Blockwand), ſ. Holzwände, Bd. 5, S. 126.

Schurre, ſ. Rutſchen.

Schurz, 1. ſ. Schornſteinmantel; 2. unterer, weit vorſtehender Teil eines ausladenden Daches; 3. Abſchlußwände (Schilde) an den Enden (Giebeln) großer Bahnhofshallen zum Schutz gegen die Witterung.

Sie werden als verglaſte Eiſenkonſtruktion hergeſtellt und beginnen etwas über dem Normalprofil des lichten Raums, gewöhnlich in 5,5—6,5 m über Schienenhöhe. Um die Wände reinigen zu können, erhalten ſie am unteren Ende innen und außen Laufſtege, deren Horizontalverband zugleich zur Verſteifung der Wand gegen Winddruck dient. Bei großer Höhe werden noch weitere Laufſtege angebracht. *H. Kübler.*

Schurzwerk (Schurz-, Schrotwand), eine aus ſenkrechten Pfoſten und wagerecht dazwiſchen eingeſchobenen Bohlen gebildete Wand (vgl. Holzwand).

Schußfäden (Schuß), ſ. Weberei.

Schußkettenware, ſ. Wirkerei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schußlinie, -weite, -winkel, ſ. Balliſtik.

Schußſpulmaſchine, Schußwächter, ſ. Weberei.

Schute, ein flach gehender, offener Leichterprahm zum Transport von Stückgütern an und von Bord von Schiffen, welche auf dem Strom verankert liegen. *T. Schwarz.*

Schutt, lockere, aus meiſt eckigen Bruchſtücken von harten Geſteinen beſtehende Geſteinsmaſſen am Fuß ſteiler Abhänge (Gehängeſchutt).

Hier häufen ſich die durch Verwitterung der Felſen (Granit, Gneis, Porphyr, Baſalt u. ſ. w., Sandſteine, Kalkſteine, Dolomite u. ſ. w.) abbrechenden Bruchſtücke als Schutt- oder Blockhalden mit ſchräger Außenfläche auf. Sind die abgebrochenen Trümmer große Blöcke, welche vermöge ihrer Schwere die Abhänge weit hinabrutſchen, ſo entſtehen Felſenmeere. Block- und Schutthalden ſind ſo locker aufgebaut, daß ſie bei geringer Entfernung eines Hinderniſſes in Bewegung geraten. Für die Bodenkultur ſind die aus großen Blöcken beſtehenden Halden faſt wertlos. Bei techniſch nutzbaren Geſteinen ſind Blockhalden und Felſenmeere zur Gewinnung günſtiger als das Anſtehende. Feinſtückiger Gehängeſchutt kann in verſchiedene Korngrößen ſortiert unmittelbar zum Straßenbau verwendet werden. Im Gegenſatz zu dem groben Blockſchutt am Fuß von Felſen und Klippen iſt der auf naſſem Weg durch Herabſchwemmen vom Steilgehänge an deſſen Fuß ſchuttkegelartig angehäufte lockere Schutt (Gehängeſchutt) reich an feinen und auch tonigen Teilen und daher ſehr wichtig für Bodenkultur, insbeſondere für Weinbau. Er tritt in oft mehrere Meter erreichender Mächtigkeit an den Rändern der Talſohlen und von Ebenungen auf und verdeckt den gewachſenen oder anſtehenden Untergrund. ***Leppla.***

Schutt (Baufchutt, Geröll), ein aus Steinen, Mörtel und Brocken gebildetes Gemenge, das beim Abbruch alter Gebäude oder beim Neubau entſteht und öfter zur Auffüllung der Gewölbe und Balkenlage des Gebäudes benutzt wird.

Für dieſe Zwecke darf aber nur ganz reiner, d. h. von allem Holz, Stroh oder ſonſtigen vegetabiliſchen Stoffen freier Schutt verwendet werden, weil ſonſt dem Gebäude große Gefahr durch Faulen jener Stoffe und durch Bildung von Hausſchwamm erwachſen kann. Beſonders gefährlich iſt hierin alter Baufchutt, in dem die verſchiedenſten Keime geſundheitsſchädlicher Stoffe enthalten ſein können. ***Weinbrenner.***

Schuttwalze, ſ. Wildbäche.

Schutzblech, Blechverwahrung, welche den Dachanſchluß an Ortgängen, Schornſteinen u. ſ. w. ſicher und dicht einbindet.

Schutzdach, ſ. Wetterdach.

Schutzhütte, offenes oder geſchloſſenes, in Stein oder Holz erſtelltes Gebäude, das in abgelegener Wald- oder Gebirgsgegend Schutz gegen Wetter und Sturm gewährt. In neueſter Zeit werden in den Alpengebieten ſolche errichtet, welche Nachtlager und Verpflegung bieten. ***Weinbrenner.***

Schutzmittel gegen die Angriffe von Feuer, Froſt, Säuren, Waſſer u. ſ. w. ſowie zur Erhaltung der Wärme werden von chemiſchen und andern Fabriken in großer Auswahl unter den verſchiedenſten Bezeichnungen (Phantaſienamen) geliefert; ſie dienen im weſentlichen zur Inſtandhaltung von verarbeiteten Baumaterialien aller Art, ſind teilweiſe ſchon beſonders aufgeführt (ſ. Anſtriche, Holzkonſervierung, Iſoliermaterialien, Iſolierſchichten u. ſ. w.) und ſollen — unter Bezugnahme auf bereits Erwähntes — hier im Zuſammenhange erörtert werden.

1. **Schutzanſtriche und Imprägnierungen.** Jedweder Ueberzug mit einer nach dem Trocknen nicht waſſerlöslichen Subſtanz bietet einen gewiſſen Schutz, deſſen Dauer allerdings ſehr verſchieden iſt. Harzige Subſtanzen widerſtehen dem Einfluſſe des Waſſers beſſer als ölige (Oelfarben), ebenſo auch den ſchwächeren Säuren, während ſich den Einflüſſen des Froſtes nicht jeder Anſtrich gewachſen zeigt, am wenigſten ſolche mit rein harzigen Subſtanzen, da die Harzüberzüge nach dem Verdunſten des Löſungsmittels durch die Kälte ſpröde werden und dadurch leicht abſpringen. Die Widerſtandsfähigkeit der Schutzanſtriche iſt aber auch abhängig von dem Material, auf das ſie aufgebracht werden; auf Eiſen und Holz haben ſich bei dauernder Einwirkung des Waſſers Anſtriche mit Bleimennige, Aſphalt- und Teerpräparaten (Carbolineum und ſeine Abarten, wie Barol), Harzlacke u. ſ. w. bewährt; für Zement, Beton, Steine u. ſ. w. werden ebenfalls vielfach Teerpräparate verwendet. Als Schutzanſtrich auf den Zementverputz bei Trinkwaſſerbehältern z. B. haben ſich Inertol, Sideroſthen, Preolit, Siccolineum-Schwarzlack, Boſchin (ſ. d.) u. ſ. w. bewährt. Uebrigens muß man bei Verwendung aller genannten Anſtrichmittel mit der Inbetriebnahme der Behälter ſo lange warten, bis das betreffende Lacklöſungsmittel vollſtändig verdunſtet iſt; andernfalls erhält das Waſſer davon einen Beigeſchmack. Ueber andre Schutzanſtriche ſ. Anſtrich der Schiffe, Anſtriche, Anſtrichfarben, Antifoulingkompoſitionen, Bleimennige, Carbolineum, Eiſenanſtriche, Eiſenmennige u. ſ. w. Andre Schutzanſtriche ſind ſolche mit Kalk, Zement und Kaſeinfarben (ſ. d.).

Säurebeſtändig ſind die Anſtriche mit Aſphaltlacken und andern Harzlacken, aber immer nur bis zu einem gewiſſen Grade und nur dann, wenn ſie ſehr ſorgfältig ausgeführt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden und 1—2 mm Dicke haben, so daß das Material mit einer zusammenhängenden Decke versehen ist. Die Art und Konzentration der Säure spielt eine wesentliche Rolle dabei.

Rostschutzmittel sind Substanzen salbenartiger oder flüssiger Beschaffenheit, bestimmt, blanke metallene Gegenstände irgendwelcher Art vor Oxydation (Verrosten) zu schützen. Die besten Rostschutzmittel sind Ueberzüge mit Lacken und Farben auf vollkommen rostfreien Objekten, doch kommen diese einerseits häufig viel zu teuer, anderseits wird ein farbiger Ueberzug nicht gewünscht. Man verwendet daher bei feinen Gegenständen, wie Stahlwaren u. dergl., einen Ueberzug von Nitrocellulose, in Aetherarten gelöst (Zaponlack, Celluloidlack), bei ordinären Eisenwaren eine Einreibung mit Vaseline, Leinöl, Leinölfirnis, Mannocitin, Antioxyd, Terpentinöl-Wachsmischung, Talg, Petroleum u. s. w., oder bringt endlich direkt einen gleichmäßigen Ueberzug von Rost (s. Brünieren, Bd. 2, S. 360) auf den Stahl- und Eisenteilen hervor, wie dies in großem Maßstabe bei Gewehrläufen und Gewehrbestandteilen der Fall ist. In allerjüngster Zeit hat man im Aetzkalk ein gutes Rostschutzmittel gefunden, sofern der Anstrich fest mit dem Metall verbunden ist. Bei gußeisernen und schmiedeeisernen Röhren kommen als Rostschutzmittel — außer metallischen Ueberzügen mit Zink, Zinn u. s. w. — hauptsächlich Asphaltüberzüge, in heißem Zustande aufgebracht, zur Anwendung [1]. Die chemische Fabrik Nördlinger in Flörsheim a. M. bringt unter dem Namen „Controxine" eine große Anzahl Rostschutzmittel in Form von sorgfältig entsäuerten und entwässerten Fetten, Oelen, Firnis u. s. w. in den Handel, ebenso Rostentfernungsmittel sowie Farb- und Lackentfernungsmittel; wir verweisen auf [2].

Feuerschützende Anstriche (s. Bd. 1, S. 231) und Imprägniermittel (s. a. Holzkonservierung) machen zwar brennbare organische Körper, wie Holz, Gewebe u. dergl., nicht unverbrennbar, heben aber die leichte Entzündbarkeit derselben auf und verhindern oder verzögern das Weitergreifen des Feuers. Sie bestehen im wesentlichen aus Lösungen anorganischer Salze u. s. w. Asbestfeuerschutzfarben, Kaseinfarben, Wasserglas (s. d.), Imprägnierflüssigkeiten aller Art zum Eintauchen oder Bestreichen der Gegenstände u. s. w. werden zu diesem Zwecke von den chemischen Fabriken, auf deren Kataloge [2] wir verweisen, geliefert.

Schutzanstriche auf Steinen s. Steinerhaltungsmittel. Zum Schutze des Mauerwerks gegen aufsteigende Feuchtigkeit, Schlagregen, Hausschwamm und Mauerfraß wird neuerdings als Zumischung zum Mörtel Bitumenemulsion der Bitumenwerke in Unna (Westfalen) mit Erfolg angewendet (vgl. a. Asphalt u. s. w.).

2. **Schutzmittel gegen Kälte und Frost.** Gegen Kälte kommen in erster Linie Bekleidungen mit schlechten Wärmeleitern, Holz, Pappe (geölt und geteert), dann Isoliermittel aus Lehm mit Stroh, Tierfasern u. s. w. in Anwendung, die als eine Art Verputz aufgetragen werden; ferner dienen vollständige Umhüllungen mit Stroh, andern Pflanzenfasern, Einbetten in Mist, Lohe, besonders aber genügend mächtige Erdschichten gegen das Einfrieren von Wasserleitungen und das Erfrieren von Pflanzen. Oelfarben- und Oelfirnisanstriche sind infolge ihrer großen Elastizität ziemlich unempfindlich gegen Kälte und Frost; ebenso gute Lackanstriche und alle metallischen Ueberzüge. — Dem Wasser kann die Eigenschaft, bei 0° C. zu gefrieren, durch Zumischung von Gefrierschutzflüssigkeiten (Chlorcalciumlösungen, Glyzerin, Glyzerinersatz, Kochsalz u. s. w.) benommen werden; je nach Wahl des Zusatzes ist es bei guter Durchmischung möglich, den Gefrierpunkt bis auf — 20° C. und mehr herabzusetzen. Die technische Verwendung findet statt zum Anmachen von Beton, Mörtel u. s. w. bei starkem Frost, zu schwer gefrierbaren Füllungen für hydraulische Anlagen aller Art, für Feuerlöschwasserbehälter, Annihilatoren, Gasbehälter, Kühlwasserleitungen von Motoren, zur Füllung von Weichen und Stellwerken, zum Auftauen eingefrorener Schachtdeckel u. s. w.

Kältebeständige Fette dienen zur Verhinderung des Eingefrierens von Schachtdeckeln, von Hähnen und andern geschmierten Maschinenteilen im Freien; kältebeständige Oele zum Schmieren von Eismaschinen, Kompressoren, Turbinen u. dergl. sowie zum Füllen der Geruchverschlüsse in Bedürfnisanstalten (vgl. Bd. 1, S. 649). Ueber die verschiedenen Namen und Verwendbarkeiten der betreffenden Schutzmittel s. [2], vgl. a. Schmierung.

Literatur und Patentschriften für Frostschutzeinrichtungen bei Wasserleitungen s. [1], S. 542 ff.

3. **Schutzmittel gegen Wärmeausstrahlung.** Die Wärmeabgabe von erhitzten Körpern an ihre in niederer Temperatur befindliche Umgebung läßt sich durch Zwischenschaltung schlechter Wärmeleiter (vgl. a. Isoliermaterialien) wesentlich reduzieren. Der schlechteste Wärmeleiter ist ruhende Luft. Animalische Stoffe, wie Tierhaare, Seide, Wolle u. s. w., pflanzliche, wie Baumwolle, Holz, Kokosfasern, Kork, Stroh, Torf u. s. w., sowie mineralische Substanzen, wie Asbest, Gips, Glimmer, Kalk, Kieselgur, Schlackenwolle u. s. w., sind ebenfalls schlechte Wärmeleiter, und zwar um so mehr, je mehr ruhende Luft sie in ihren Poren festhalten können; deshalb spielt auch die Dicke der Umhüllung erhitzter Körper mit diesen Stoffen eine große Rolle. Massives Mauerwerk verhindert — bis zu einer gewissen Grenze — aus demselben Grunde die Wärmeabgabe um so mehr, je dicker man dasselbe herstellt; billiger als durch dicke Wände läßt sich aber der Wärmeschutz erreichen, wenn ruhende Luftschichten zwischen parallelen oder konzentrischen Mauern (s. Hohlmauern) angeordnet werden, z. B. bei Schornsteinen, Warmwasserbehältern u. s. w. Von größter Wichtigkeit ist der Wärmeschutz an Kesseln, Dampfzylindern, Rohrleitungen u. s. w., um die Kondensation des Wasserdampfes herabzusetzen. Die hierfür in Betracht kommenden Umhüllungen (im wesentlichen unter Isoliermaterialien genannt) richten sich hauptsächlich nach der Temperatur des Dampfes bezw. der Flüssigkeit in den Rohrleitungen und nach dem Preise der Ausführung. Untersuchungen der Wirksamkeit hauptsächlicher Kompositionen [3] haben recht verschiedene Resultate ergeben; die Auswahl ist nach Lage des speziellen Falles zu treffen.

Literatur: [1] Lueger, O., Die Wasserversorgung der Städte, 2. Abt., Leipzig 1908. — [2] Nördlinger, H., Baugewerbetarif, Flörsheim a. M. 1907/08. — [3] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896, S. 217; 1902, S. 1366; 1904, S. 1743; 1906, S. 1655; 1907, S. 120.

Andés.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schutznetze, ſ. Torpedoſchutznetze.

Schutzſchienen (Streichſchienen, Schutzbalken), beſondere Schienen oder winkelförmige Walzeiſen oder auch nur Holzbalken neben den Fahrſchienen der Eiſenbahngleiſe, meiſt nur innerhalb, manchmal auch außerhalb derſelben und mit den Schwellen feſt verbunden, ſollen entweder die Räder entgleiſter Achſen auf dem Bahnkörper halten und ſo die Wirkung der Entgleiſung ſchwächen oder aber Entgleiſungen überhaupt verhindern. Im letzten Falle ſind die Schutzſchienen ſo nahe innen neben der Fahrſchiene zu befeſtigen, daß ſowohl das Ablaufen der Räder von der Fahrſchiene als auch das Aufſteigen der Spurkränze auf der gegenüberliegenden Seite nicht möglich iſt. Sie werden dann oft auch noch mit den Fahrſchienen verbunden und gehen in Leitſchienen (ſ. d.) über.

Schutzſchienen fanden zuerſt in Nordamerika bei Stadtbahnen in New York und Chicago in einfachſter Form als Holzbalken Anwendung. Es wurden dort vier Balken, je zwei innerhalb und zwei außerhalb der Fahrſchienen, auf den Schwellen mit 57—108 mm bezw. 107—152 mm Spurrinnenweite befeſtigt und gegen die Fahrſchienen teils mehr als 100 mm überhöht (Fig. 1). In Europa fanden ſie erſt ſpäter Eingang. Ihre Anwendung iſt verſchiedenartig, äußere Schutzſchienen hält man aber nicht erforderlich. In ſcharfen Bogen (unter Umſtänden bis 400 m Halbmeſſer), die verhältnismäßig raſch befahren werden, ordnete man zuerſt in England und ſpäter auch in Deutſchland und Oeſterreich vielfach an der Innenſeite des niederen Stranges, in der Geraden beginnend, Schutzſchienen an, um die Schienen des äußeren überhöhten Strangs zu entlaſten und die ſeitliche Abnutzung derſelben zu verringern. Um dies zu erreichen, darf die Spurrinnenweite in der Geraden nur 45—50 mm betragen, in den Bogen iſt ſie aber um die Spurerweiterung zu vergrößern. Ebenſo bringt man auf



Fig. 1.

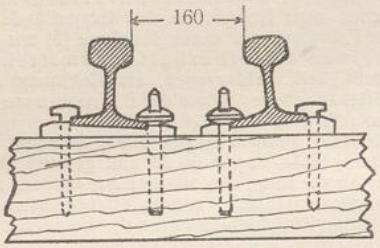


Fig. 2. Schutzſchiene der Oeſterr. Staatsbahn. Maßſtab 1 : 10.

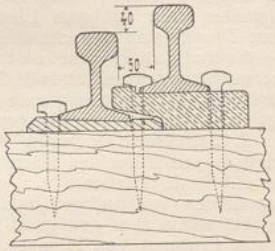


Fig. 3. Schutzſchiene der Sächſ. Staatsbahn. Maßſtab 1 : 10.

langen oder hohen gewölbten oder eiſernen Brücken und Viadukten, wo Entgleiſungen ſehr folgenſchwer ſein können, gegenwärtig vielfach Schutzſchienen neben den Fahrſchienen an. Die Weite der Spurrinnen wird bei den verſchiedenen Verwaltungen verſchieden groß gemacht. Bei der öſterreichiſchen Staatsbahn beträgt ſie in Geraden und Krümmungen 160 mm. Die Räder können ſomit von den Fahrſchienen herunterfallen, werden aber zwiſchen Schutz- und Fahrſchienen weitergeleitet. Die Schutzſchienen werden hier aus Altſchienen (Fig. 2) oder aber nur aus Holzbalken hergeſtellt, die an der Oberkante gegen die Fahrſchienen mit Winkeleiſen beſchlagen werden. Bei andern Verwaltungen, z. B. in Sachſen, Württemberg u. a., ſucht man das Entgleiſen der Räder überhaupt zu vermeiden und macht die Spurrinnenweite nur 50 mm; außerdem wird meiſtens die Betriebsſicherheit durch Ueberhöhung der Schutzſchienen gegen die Fahrſchiene zu erhöhen geſucht. Das Maß der Ueberhöhung darf in Deutſchland und im Verein Deutſcher Eiſenbahnverwaltungen wegen der Umgrenzung des lichten Raumes (ſ. Eiſenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 4. November 1904, § 11) 50 mm nicht überſchreiten, wird aber mit Rückſicht auf die ſtetige Abnutzung der Fahrſchienen beſſer nicht über 35—40 mm angenommen. Bei der großen Spurrinnenweite der öſterreichiſchen Staatsbahn hat die Befeſtigung der Schutzſchienen keine Schwierigkeit, um ſo mehr, als auf eine Ueberhöhung verzichtet iſt; dagegen wird die Befeſtigung der Schutzſchienen bei geringer Spurrinnenweite ſchwierig, beſonders wenn, wie dies gegenwärtig meiſt geſchieht, an der Fahrſchiene der normale Oberbau durchgeführt und die Schutzſchiene überhöht wird. Bei der ſächſiſchen Staatsbahn (Fig. 3) und der Schnellbahnverſuchsſtrecke Marienfelde—Zoſſen (Fig. 4) ſind zu Schutzſchienen Altſchienen verwendet, die mittels beſonderer gußeiſerner Stühle auf den Schwellen befeſtigt werden, während bei der württembergiſchen Staatsbahn (Fig. 5, Schnitt *i-k*), um eine bequeme Befeſtigung zu erhalten, zu den Schutzſchienen Leitſchieneneiſen verwendet werden, die ſowohl mit den Schwellen als den Fahrſchienen verſchraubt werden.

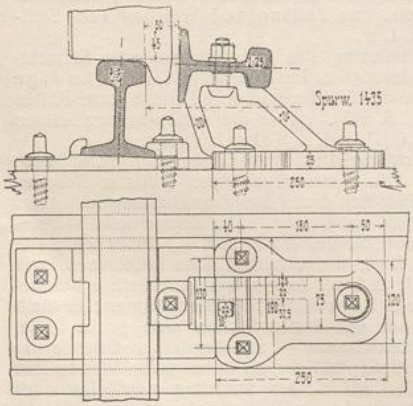


Fig. 4. Schutzſchiene an der Schnellbahnverſuchsſtrecke Marienfelde—Zoſſen. Maßſtab 1 : 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

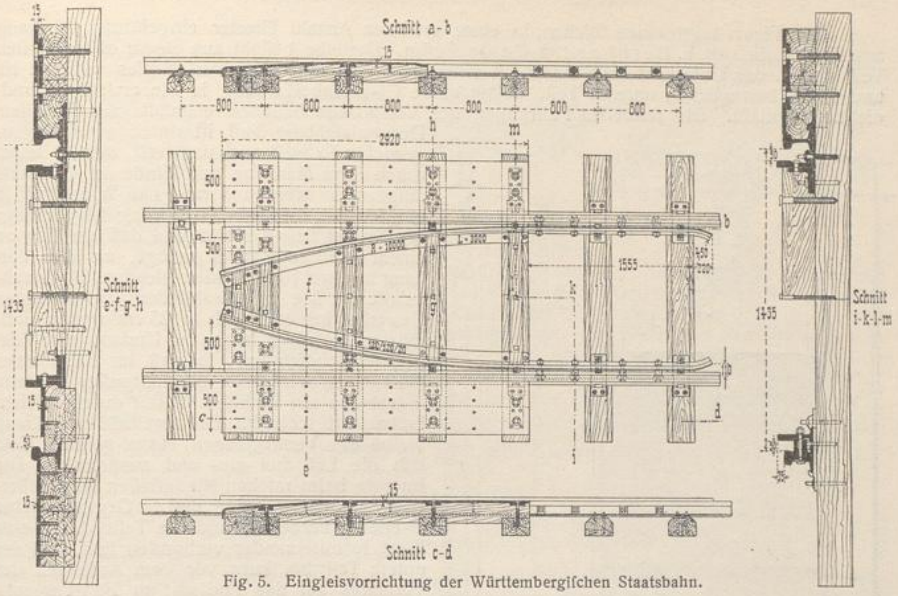


Fig. 5. Eingleisvorrichtung der Württembergiſchen Staatsbahn.

An den Enden ſind die Schutzſchienen wie die Leitſchienen zur ſtoßfreien Einleitung der Räder gegen die Gleismitte ſanft abzubiegen. Bisweilen werden ſie bis zur Gleismitte oder bis nahe derſelben weitergeführt, um entgleiſte Räder, die ſich von den Fahrſchienen entfernt haben, zu fangen, an dieſe heranzubringen und an ihnen weiterzuführen. Bei großer Spurrinnenweite, wie bei der öſterreichiſchen Staatsbahn, iſt letzteres ohne Zerſtörung der Schutzſchienen möglich, bei geringer Spurrinnenweite nicht; hier muß die Schutzſchienenanlage in eine Eingleiſungsvorrichtung (Fig. 5) übergehen. In dieſer werden die Räder auf feſtem, mittels Holz und Eiſenblech hergeſtelltem Boden aufgefangen und allmählich gehoben, ſo daß ſie, von einer Schutzſchiene ſeitlich geleitet, wieder auf die Fahrſchienen übergeführt (eingegleiſt) werden. Zum Auffangen der außenlaufenden Räder wurden früher außerhalb der Fahrſchienen trichterartig zuſammenlaufende Schienen (Trichter- oder Fangſchienen) eingebaut. In neuerer Zeit läßt man ſie weg, ebenſo wie man die inneren Fangſchienen nicht mehr bis zur Gleismitte fortführt, da Fahrzeuge, deren Räder auf einer Seite ſchon die Schwellen verlaſſen haben und in der Bettung laufen, nicht mehr eingleiſen. Eingleiſungsvorrichtungen ſind in Sachſen ſchon ſeit einigen Jahren mit Erfolg angewendet und bei andern Verwaltungen werden ſie eingeführt. Nach den in Württemberg aufgeſtellten Grundſätzen ſollen Eingleiſungsvorrichtungen ohne Schutzſchienenanlage (wie in Fig. 5 dargeſtellt) vor kleinen Brücken ins Gleis eingebaut werden, und zwar etwa 50 m vor denſelben im Sinne der Fahrrichtung. Bei einſpuriger Bahn iſt alſo auf jeder Seite der Brücke eine ſolche einzubauen, bei zweiſpurigen Bahnen in jedem Gleis nur eine. Liegt die Brücke im Bogen, ſo ſind am inneren Schienenſtrang im Anſchluß an die Eingleiſungsvorrichtung, über die Brücke ſich erſtreckend, Schutzſchienen anzubringen. Bei langen und hohen Brücken geſchieht dies an beiden Schienenſträngen, auch in der Geraden. Bei zweiſpurigen Bahnen endigen die Schutzſchienen kurz hinter der Brücke mit einfacher ſeitlicher Abbiegung, bei einſpurigen werden ſie bis zur Eingleiſungsvorrichtung auf der andern Seite der Brücke weitergeführt.

Literatur: Eiſenbahntechnik der Gegenwart, 2. Aufl., Bd. 2, 2. Abſchn., Oberbau, S. 306; Handbuch der Ing.-Wiſſ., 2. Aufl., V, Bd. 2, S. 272; Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1891, S. 25, 30 und 79.

H. Kübler.

Schutzſchleuſe (Sperrſchleuſe), zumeiſt mit Stemmtoren verſehene und dem einfachen Haupte einer Kammerſchleuſe (ſ. d.) ähnliche Schleuſe, welche nur zeitweilig einen auf der Außenſeite vorkommenden höheren Waſſerſtand vom Schiffahrtskanal abzuhalten hat, ſonſt aber offen ſteht. Sie kommt an den unteren Einmündungen von Schiffahrtskanälen in Flüſſen mit großem Hochwaſſer, an Seeſchleuſen und auch am Anfange von Kanälen, hier als Fluttor, vor.

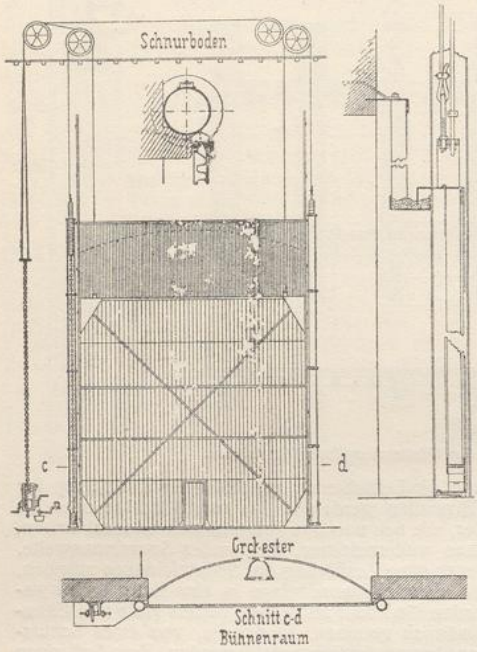
Schutzſteg (Schemel, Scamillus), ein Blättchen, das über vorſpringenden tragenden Gliedern, z. B. dem Abakus des Säulenkapitäls, angebracht wird, um ein Abdrücken durch die aufliegende Laſt zu verhüten.



Schutzvorhang dient in Theatern zum feuerſicheren Abſchluß zwiſchen Bühne und Zuſchauerraum. Nachdem ſich die aus Eiſendraht gewebte Kurtine nicht bewährt hat, indem ſie das Eindringen von Rauch in den Zuſchauerraum nicht verhindern kann, ſchritt man zum Bau von Schutzvorhängen aus Trägerwellblech.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Figur zeigt einen ſolchen in einer größeren Anzahl Theater eingeführten Vorhang aus der Fabrik von L. Bernhard & Co. in Berlin. Derſelbe beſteht aus einem oberen feſten Teil, der an der Unterkante mit einem ⊔-Eiſen als Träger eines Sandverſchluſſes verſehen iſt, und einem beweglichen unteren Teil, deſſen obere ⊓-Eiſenbefäumung in die erwähnte Sanddichtung einfällt. Die ſeitlichen Führungen des Vorſprungs beſtehen ebenfalls aus ⊏-Eiſen.



Der aufziehbare Teil iſt durch zwei Gegengewichte ſo weit ausbalanciert, daß er leicht durch zwei Mann an der Winde in 1 Minute aufgezogen werden kann. Die Winde iſt ſo eingerichtet, daß beim Niedergang des Vorhangs die Kurbel ſtehen bleibt und daß ein Zug an einem Auslöſungshebel genügt, um den Vorhang in etwa 10 Sekunden gleichmäßig herabzulaſſen. Die an Drahtſeilen aufgehängten Gewichte bewegen ſich in 25 cm weiten Gußröhren; dieſelben haben am Umfang eine Filz- und Bürſtendichtung, ſo daß im Falle eines plötzlichen Seilbruchs ein Luftpuffer entſteht, indem ſich ein ſeitliches Ventil durch raſchen Luftaustritt ſchließt. Bei regelmäßigem Gang bleibt das Ventil jedoch etwas geöffnet und läßt die Luft frei ein- und ausſtrömen. Die Energie beim raſchen Niederlaſſen wird außerdem dadurch paralyſiert, daß die Gegengewichte zweiteilig hergeſtellt und die Teile durch eine Kette ſo miteinander verbunden ſind, daß der untere Teil bis kurz vor dem Auffetzen des Vorhangs auf das Podium im Führungsrohr liegen bleibt. Die Ketten dienen nebenbei noch zur Ausgleichung des Gewichts der Drahtſeile und es wird durch die Kombination mit der Zentrifugalbremſe an der Winde auch beim raſcheſten Niedergang ein ſanftes Auffetzen des Vorhangs ſicher erreicht. — Verſagen des eiſernen Schutzvorhangs, Störungen durch Bruch einer Aufzugskette, eines Aufzugsrades, Selbſtauslöſung einer Bremſe, unvorſichtige Behandlung beim Aufziehen haben denſelben teilweiſe in Mißkredit gebracht und die Herſtellung von gegen Ueberdruck verſteiften Aſbeſtvorhängen hervorgerufen. Der erſtere wird aber ſchon deshalb, weil er wie kein andrer dem Zuſchauer die nötige Beruhigung gibt, ſtets den Vorrang behalten.

Literatur: [1] Gilardone, Franz, Handbuch des Theater-Löſch- und Rettungsweſens, Hagenau i. Elſ. 1882. — [2] Fölſch, Theaterbrände und die zur Verhütung erforderlichen Schutzmaßregeln, Hamburg 1882. *Weinbrenner.*

Schutzvorkehrungen gegen Feuersgefahr, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 791.

Schutzvorrichtungen zur Unfallverhütung (ſ. d.).

Schutzwagen, ſ. Eiſenbahnbetrieb VI.

Schutzweiche, ſ. Stellwerke.

Schwaden, ſ. Wetter.

Schwänzel, in der Aufbereitung das Zwiſchenprodukt, das die Herdarbeit (ſ. d.) ergibt.



Schwalbenneſt, wird an dem oberen Lager zweier Werkſtücke aus Lehm über einer Stoßfuge hergerichtet, um letztere mit Mörtel ausgießen zu können (ſ. die Figur).

Schwalbenſchwanz dient im Maſchinenbau nicht nur zur feſten Verbindung zweier Bauteile, deren einer, ſich verbreiternd, in den andern eingreift, ſondern auch als geſchloſſene Führung für Schlitten (zu Werkzeugmaſchinen), und zwar mit ca. 50° Kantenwinkel oder 12:10 Flankenneigung. *Lindner.*

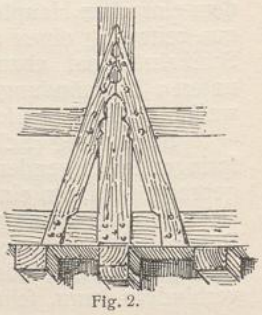


Fig. 2.

Als Holzverbindung eine Anblattung, deren Ende breiter iſt als der Anſatz (Wurzel) (ſ. Fig. 1). Er dient zur unverſchieblichen Verbindung zweier Hölzer. Der mittelalterliche Fachwerkbau zeigt ihn an reichverzierten Bändern (ſ. Bd. 1, S. 454, und Fig. 2). Ebenſo kommt er an den Zungen der Dachſtühle und Dachvorſprünge (Fig. 3) vor. Als Zapfen dient der halbe, d. h. einſeitige Schwalbenſchwanz (Fig. 4) zur löslichen Verbindung zweier ſenkrecht aufeinander treffender Hölzer, wobei ein Keilſtück ſeitlich einzuſchieben iſt. Auch der

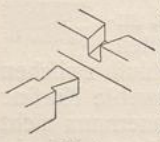


Fig. 1.

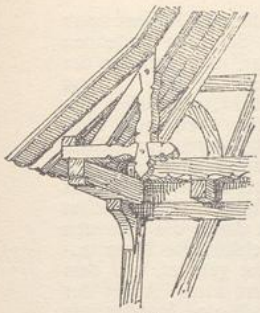


Fig. 3.



Fig. 4.

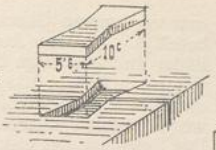


Fig. 6.

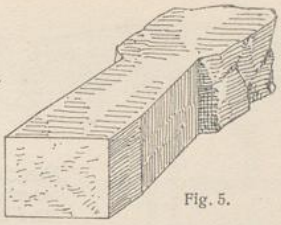


Fig. 5.

Schlitzzapfen (ſ. d.) an Türfriesen iſt. in Schwalbenſchwanzform auszubilden. Desgleichen der Zapfen an den Köpfen des Pfahlroſtes, um die Holme gegen Auftreiben durch das Waſſer zu ſichern. — Im Steinbau werden die Binder in Futtermauern in Keilform ausgearbeitet (Fig. 5), um den Verband möglichſt innig zu geſtalten. Zur Sicherung des Verbandes in der Längsrichtung dienen eiſerne Einlagen an den Stoßfugen in Form eines doppelten Schwalbenſchwanzes (Fig. 6). *Weinbrenner.*

Schwalbenſchwanzverband, kommt bei der Einwölbung der Stichkappen, der „preußiſchen“ Kappen, der „böhmiſchen“ Kappen und der Kreuzgewölbe zur Anwendung und unterſcheidet ſich von der Kufwölbung durch die diametrale Lage der Lagerflächen.

Hierdurch werden (Fig. 1) für die preußiſche Kappe ſämtliche Umfaſſungsmauern zu Widerlagern, der Druck verteilt ſich alſo beſſer auf die Umfangsmauern und es ſind nicht, wie bei der Kufwölbung, durchlaufende Brechungsfugen vorhanden. Auch iſt keine vollſtändige Einſchalung oder Einlattung erforderlich, ſondern es genügt zur Einwölbung die Aufſtellung der Lehrbogen, worauf, aus den Ecken beginnend, die zuerſt gegen die Widerlager- und Stirnmauer ſich ſtützenden, dann in der Scheitel- und mittleren Bogenlaibungslinie im Zickzack ſich übergreifenden Bogen, jedesmal in ſich ſelbſt abgeſchloſſen, hergeſtellt werden. Bei der böhmiſchen Kappe und beim Kreuzgewölbe ſind die Vorzüge dieſer Einwölbungsweiſe dieſelben, nur tritt bei dieſen der Vorteil beſonders deutlich hervor, daß ſowohl der Scheitellinie als auch den Schild- bezw. Gratbogen mit Leichtigkeit eine geringe Stechung gegeben werden kann. Fig. 2 zeigt eine von Breymann empfohlene andre Art des Schwalbenſchwanzverbandes, bei welcher ſtatt von den Ecken, von der Mitte aus mit dem Einwölben begonnen wird. — Literatur ſ. unter Gewölbe. *L. v. Willmann.*



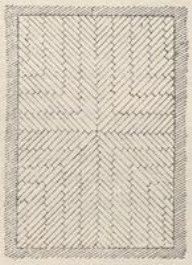


Fig. 2.



Fig. 1.

Schwamm, im Sinne von Hausſchwamm, ſ. Holzkonſervierung, Bd. 5, S. 118; vgl. a. Badeſchwamm, Bd. 1, S. 451.

Schwanenhals, ſ. Drainage, Bd. 3, S. 51, Fig. 16.

Schwarte, ein an Bitumen und Fiſchreſten reicher Brandſchiefer im Hangenden eines Kohlenflözes des böhmiſchen Unterrotliegenden; im Bauweſen, ſ. Bauholz, Bd. 1, S. 584. *Leppla.*

Schwarzbleierz, ſ. Weißbleierz.

Schwarzeiſenerz, ſ. Brauneiſenerz.

Schwarzerz (Kupferfahlerz), ſ. Fahlerz.

Schwarzpulver, ſ. Geſchoßtreibmittel, Bd. 4, S. 415.

Schwarzſpießglanzerz, ſ. v. w. Bournonit (ſ. d.).

Schwebebahnen. Dieſes außergewöhnliche Syſtem, welches ſich ſowohl für Schnellbahnen, Bergbahnen als auch für Feldbahnen eignet, ſoll vornehmlich bei Hochbahnen, die in ſtädtiſchen Straßen der Perſonenbeförderung dienen, Verwendung finden; dasſelbe wurde von Eugen Langen in Cöln a. Rh. erdacht, wobei das Hängeprinzip, bei welchem die Seitenkräfte in ſehr günſtiger Weiſe aufgenommen werden, zugrunde gelegt iſt. Dieſes Bahnſyſtem beſitzt auch viele Aehnlichkeit mit den Seilbahnen (ſ. d.) in gewerblichen Betrieben, ebenſo mit den Lartigueſchen Einſchienenbahnen (ſ. S. 407), Hängebahnen und Hochbahnen [1] und dem Enosſchen Syſtem [2], entſpricht aber am meiſten der elektriſchen Stadtbahn St. Paul (Minneſota) in Nordamerika.

Die Schwebebahn läßt ſich ein- oder zweiſchienig, letztere in verſchiedenen Spurweiten, herſtellen. Bei der zweiſchienigen Anordnung (Fig. 1) beſteht die Schwebebahn am beſten aus einem nach unten offenen kaſtenförmigen Gitterbalken, der von einer Stützenreihe getragen wird; die Stützen mit kaſtenförmigem Querſchnitte von 50—75 cm Seitenlänge, an deren Kopf Konſolen ausgekragt ſind, ſtehen in Entfernungen von 25—30 m. Die Schienen ſind auf den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

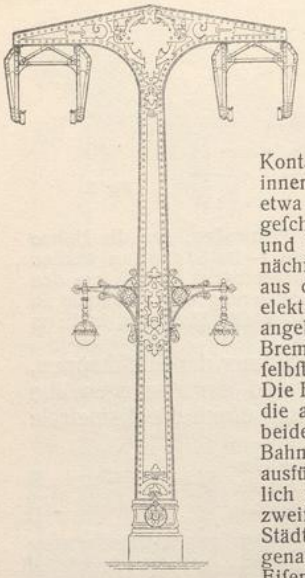


Fig. 1. Einzelſäule einer zweigleiſigen Schwebebahn, Syſtem Langen.

unteren inneren Gurtungen der Seitenwände des Kaſtenträgers befeſtigt. An den Achſen der auf dieſen Schienen laufenden Räder ſind gelenkige Drehgeſtelle aufgehängt, unter welchen der Wagen in Federn hängt. In beiden Drehgeſtellen (Fig. 2) liegt zwiſchen den Laufachſen je ein elektriſcher Motor, deſſen Bewegung durch Zahnräder auf die Laufachſen übertragen wird. Die Zuleitung des elektriſchen Stromes erfolgt durch ein kleines Kontaktrad oder eine Bürſte und eine Kupfer- oder Eiſenleitung, die innerhalb des Trägers angebracht und hierdurch gegen Berührung mit etwa herabfallenden Telegraphen- oder Telephondrähten ſehr wirkſam geſchützt iſt. Die Rückleitung des Stromes erfolgt durch die Schienen und Träger [3]. Von dem Kontaktrad wird der elektriſche Strom zunächſt zu dem im Wagen befindlichen Schaltapparat geleitet, von dem aus die Geſchwindigkeit und Fahrtrichtung reguliert wird. Außer der elektriſchen Bremſe iſt an jedem Drehgeſtelle noch eine Handbremſe angebracht, ſo daß jeder Wagen mit vier voneinander unabhängigen Bremſen verſehen iſt. Bei der einſchienigen Grundform iſt die Schiene ſelbſt trägerartig ausgebildet und wird ſeitlich von der Stütze gefaßt. Die Hängeorgane ſind hier zu Bügeln erweitert, welche die Laufräder, die auf jeder Seite einen Spurkranz haben, von oben umfaſſen und beiderſeits die Lagerſtellen der Achſen tragen. Beide Grundformen der Bahn, ſowohl die ein- als zweiſchienige, laſſen ſich ein- und zweigleiſig ausführen und ermöglichen die mannigfaltigſte Ausgeſtaltung hinſichtlich der Anordnung der Gleiſe, Anbringung der Stützen u. ſ. w. Die zweiſchienige Grundform eignet ſich beſonders für Bahnanlagen in Städten, die einſchienigen aber hauptſächlich für den Fernverkehr ſogenannter Schnellbahnen. Für eine zweigleiſige Bahn ſind rund 1—1,1 t Eiſen pro Meter Bahnlänge erforderlich, und werden die Koſten des Unterbaues mit 250000—300000 *M.* pro Kilometer veranſchlagt.

Der Betrieb kann ganz unabhängig vom Straßenverkehr entweder mit Einzelwagen für 40—50 Perſonen oder mit Zügen, aus Wagen beſtehend, für 100—150 Perſonen mit einer Fahrgeſchwindigkeit von 30—40 km pro Stunde und bei Befahrung von ſehr ſcharfen Bahnkrümmungen ganz unbedenklich geführt werden [4].

Die praktiſche Durchführbarkeit der Langenſchen Schwebebahn wurde bereits 1894 durch eine im Fabrikhofe der Eiſenbahnwagen- und Maſchinenfabrik van der Zypen & Charlier

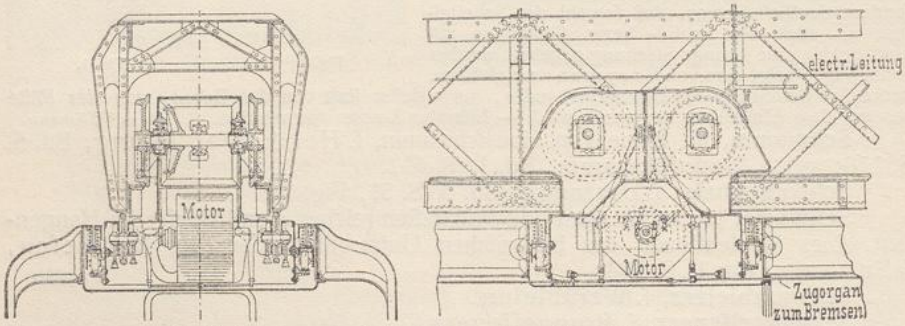


Fig. 2. Anordnung des Drehgeſtelles der Langenſchen Schwebebahn.

in Deutz errichtete zweiſchienige Verſuchsſtrecke erprobt. Auch iſt daſelbſt das einſchienige Schwebebahnſyſtem leichteſter Ausführung (Feldbahn) durch Herſtellung einer Probeſtrecke praktiſch verſucht worden. Die projektierten Schwebebahnnetze für den Schnellverkehr Berlin [5] und Hamburg [6] kamen nicht zur Ausführung; dagegen wurde die 13,3 km lange, elektriſch betriebene, einſchienige Schwebebahn von Elberfeld-Sonnborn nach Barmen-Rittenhauſen im Wuppertale im Frühling 1901 und 1903 dem öffentlichen Verkehr übergeben, die Züge verkehren mit 40 km pro Stunde, und es können nach jeder Richtung 6000 Perſonen pro Stunde befördert werden (Fig. 4—7). Der Bau der Bahn koſtete rund 13000000 *M.* [7]. Die erſte Bergſchwebebahn der Welt, auf die Loſchwitz-Rochwitzerhöhe bei Dresden [8] wurde am 6. Mai 1901 feierlich eröffnet.

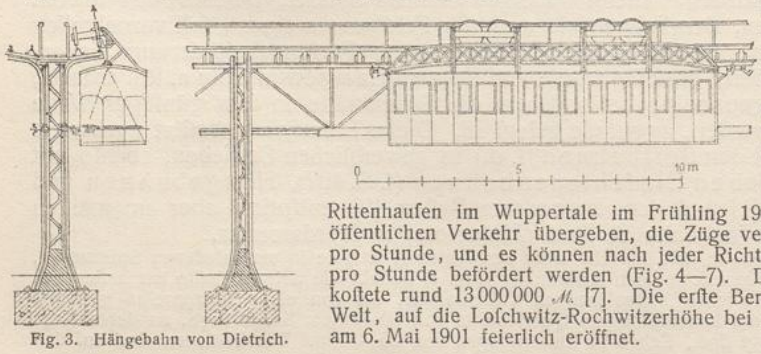


Fig. 3. Hängebahn von Dietrich.

Zu erwähnen ist auch noch das Projekt einer Schwebebahn auf das Wetterhorn in der Schweiz.

E. Dietrich hat ein neues Hochbahnsystem einer Hängebahn für Berlin vorgeschlagen, bei welchem die Wagen nicht frei schweben, sondern durch untere seitliche Laufräder geführt werden. Diese Konstruktion besteht aus einem als räumliches Fachwerk ausgebildeten Träger, der von Einzelstützen getragen wird (s. Fig. 3). Auf Querkonstruktionen ruhen rechts und links die Gleise, in deren Mitte ein leichter Revisionssteg vorgesehen ist, der eine Kontrolle der Gleise auch während des Betriebes ermöglicht. Als Triebkraft ist Seilzug, Dampf oder elektrische Kraft in Aussicht genommen. Als besonderer Vorzug dieses Systems wird hervorgehoben, daß die Durchleitung dem Schnellverkehre dienender Hochbahnen auch in schmäleren Straßen stattfinden kann, ferner daß bei zweigleisigen Anlagen eine einzige Reihe von Stützträgern genügt, was die Ausführung verbilligt und den Verkehr begünstigt [9]. — Erwähnenswert sind noch besondere Arten von Schwebebahnen, wie die elektrische Schwebebahn Bauart Romanow und ihre Verwendung für Kriegszwecke, deren wesentlicher Unterschied von der Langenschen im Baue der Fahrbetriebsmittel von geringem Gewicht liegt, an deren Rädern zur Erzielung leichten Ganges die Flanschen weggelassen werden und durch eine besondere Anordnung der Spielraum für die Seitenschwankungen eng begrenzt wird, ferner die Hänge(Schwebe-)bahn System Thal & Weiß, bei der die aufgehängten Güter- und Personenwagen von geringem Gewichte an den Rädern befestigt sind, welche das Drehgestellsystem bilden, dann die Schwebebahnen für Feld- und Bergbahnbetrieb, wobei das Traggerüst aus zweibeinigen Jochen aus Eisenrohren oder Rundholz gebildet ist, an die der Schienenträger gelenkartig angehängt ist, endlich auch die sogenannten Telpher-Bahnen, die in diese Kategorie mit eingereiht werden können, deren verhältnismäßig niedrige Anlagekosten eine vielseitige und allgemeine Verwendung sichern [10].

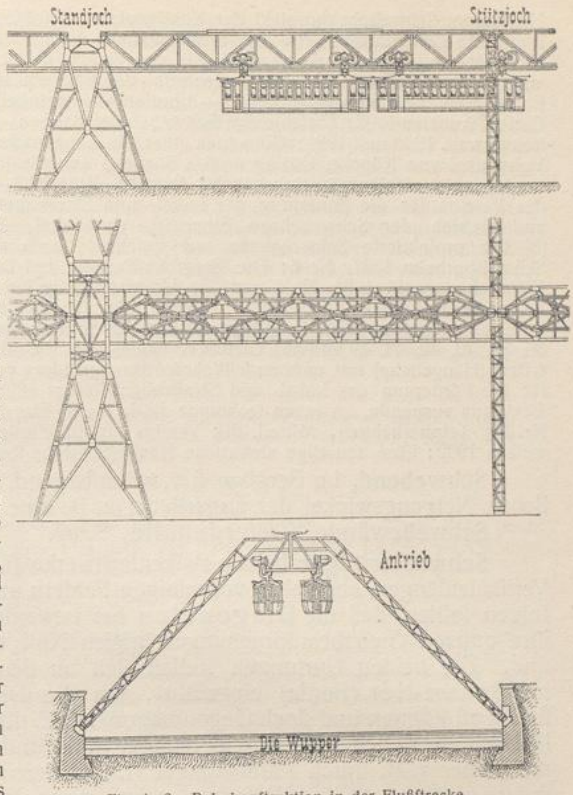


Fig. 4—6. Bahnkonstruktion in der Flußstrecke.



Fig. 7. Bahnkonstruktion in der Landstrecke.

Literatur: [1] Ziffer, R., Das System Lartigue, Zeitschr. für Transportwesen und Straßenbau 1891, Nr. 13—15; Ueber Schwebebahnen, Zeitschr. für Kleinbahnen 1901. — [2] Elektrische Hochbahn, System Enos, Wochenschr. des österr. Ingen.- und Arch.-Vereins 1890, Nr. 45. — [3] Die Langensche Schwebebahn, Glasers Annalen 1895, Bd. 36, Heft 1; Die elektrische Schwebebahn, System Langen, Mitteil. des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens 1895, Heft 3. — [4] Versuchsstrecke in Deutz, Oesterr. Eisenbahnztg. 1894, Nr. 31; Die Langensche Schwebebahn, Ztg. des Vereins deutscher Eisenbahnverwalt. 1894, Nr. 7; Zeitschr. für Transportwesen und Straßenbau 1894, Nr. 5 und 29; Einschienige Schwebebahn System Langen als Stadt- und Schnellverkehrsmittel, Zeitschr. des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903; Der Schnellverkehr und die Schwebebahnen, Mitteil. des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens 1901. — [5] Elektrische Schwebebahn in Berlin, Zeitschr. für Kleinbahnen 1894, Heft 9; Neue Hochbahnentwürfe für Berlin, Deutsche Bauztg. 1895, Nr. 11, 12 und 14; Entwurf einer Schwebebahn über die Berliner Stadtbahn, Mitteil. des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens 1901; Entwurf einer Schwebebahn für Berlin, Zentralbl. der Bauverwalt. 1903 und Glasers Annalen 1903. — [6] Schwebebahnentwürfe für Hamburg, Deutsche Bauztg. 1895, Nr. 19 und 47;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hamburger Schwebebahnprojekt der Kontinentalen Gefellfchaft für elektrifche Unternehmungen; Illuftrierte Zeitfchr. für Klein- und Straßenbahnen 1903; Berdon, Die einfchienige Schwebebahn als Stadt- und Schnellverkehrsmittel, Ztg. des Vereins deutfcher Eifenbahnverwalt. 1902; Entwurf einer Schwebebahn in Hamburg, Zentralbl. der Bauverwalt. 1903. — [7] Glafers Annalen 1895, Bd. 36, Heft 2; Schwebebahn Barmen—Elberfeld—Vohwinkel, Elektrotechn. Zeitfchr. 1901, Heft 26, Glafers Annalen 1902; Einfchienige Schwebebahn Barmen—Elberfeld—Vohwinkel, Zentralbl. der Bauverwalt. 1900 und 1901; Gutachten über die Langenfche Schwebebahn Barmen—Elberfeld—Vohwinkel von Köpcke, Göring und v. Borries, Zeitfchr. für Kleinbahnen 1902; Die elektrifch betriebene einfchienige Schwebebahn Barmen—Elberfeld—Vohwinkel im Wuppertale, Mitteil. des Vereins für die Förderung der Lokal- und Straßenbahnen 1900, 1902, 1903; Ausführung und Betrieb der Schwebebahn Elberfeld—Vohwinkel, Zentralbl. der Bauverwalt. 1902. — [8] Die projektierte Schwebebahn von Lofchwitz nach dem Plateau der fchönen Ausficht, Schmalfpurbahn 1897, Nr. 5; Die Bergfchwebebahn bei Lofchwitz, Ztg. des Vereins deutfcher Eifenbahnverwalt. 1901, Nr. 6 und 37; Un chemin de fer monorail de montagne à Lofchwitz, La revue technique 1901, Nr. 17; Mitteil. des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1902. — [9] Zur Kritik der Schwebebahn, Deutfche Bauztg. 1895, Nr. 34, 36, 38, 40, 42, 48, 49 und 88; Glafers Annalen 1895, Bd. 36, Nr. 7 und 9; Ein neues Hochbahnfyftem (Hängebahn) mit unteren feitlichen Führungsrädern von Dietrich, Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1895, Heft 5. — [10] Le chemin de fer électrique suspendu, La revue technique 1891, Nr. 6; Das Eifenbahnwefen, St. Petersburg 1900, Nr. 38; Telpherbahnen, Mitteil. des Vereins für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwefens 1902; Eine neuartige elektrifche Hänge(Schwebe-)bahn, ebend. 1902. *Ziffer.*

Schwebend, im Bergbau f. v. w. anfteigend, und zwar befonders im natürlichen Neigungswinkel der Lagerftätte, z. B. eine fchwebende Strecke.

Schwebewände, f. Pferdeftälle, S. 97.

Schwedlerträger heißen Balkenfachwerke (f. d.) mit einer Oeffnung, deren Vertikalenlängen, abgefehen von einigen Feldern um die Mitte, aus der Bedingung folgen follten, daß die Diagonalen bei bewegter Laft nur Zug erleiden und ihre unteren Grenzbeanfpruchungen gleich Null oder doch annähernd fo groß find. Die beiden Gurtungen treffen fich an den Auflagern. Derartige Träger hat Schwedler (Berlin) eingeführt, um die Diagonalen aus Flacheifen herftellen zu können und doch Gegendiagonalen (f. d.) möglichft zu vermeiden. Dies läßt fich zwar auch durch Dreieckträger (f. d.) und Parallelträger (f. d.) erreichen, nicht aber z. B. durch Parabelträger (f. d.), deren Form fich der Schwedlerträger nähern follte. Daneben nahm man eine erhebliche Materialerfparnis an, die z. B. Winkler anfangs gegenüber dem Parabelträger von gleicher Höhe zu etwa 10%, gegenüber dem Parallelträger von $^4/_5$ fo großer Höhe zu ca. 30% berechnete (Winkler, Die Gitterträger, Wien 1875, S. 17; f. a. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1877, S. 221; vgl. [8], S. 199).

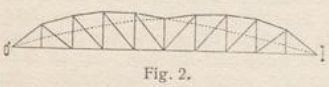


Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.

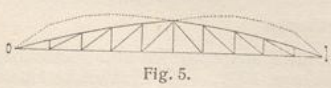


Fig. 5.

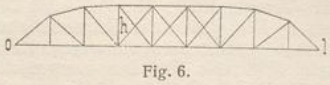


Fig. 6.

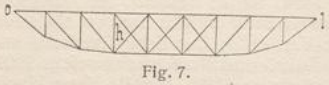


Fig. 7.

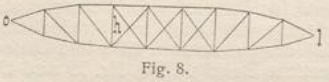


Fig. 8.

Theoretifch kann die Form der einen Gurtung frei gewählt werden, wonach die der andern durch die bedingungsgemäße Länge der Vertikalen beftimmt ift. Werden z. B. Eigengewicht und Verkehrslaft auf die ergriffenen Strecken gleichmäßig verteilt angenommen, fo ergeben fich die Vertikalenlängen an beliebigen Stellen x gleich den Ordinaten y eines Hyperbelbogens (Fig. 1), der bei den Auflagern 0 und l die Abfziffenachfe fchneidet und außerhalb der Spannweite eine vertikale Afymptote hat [6], [9], S. 138. (Der mitunter verwendete Name Hyperbelträger [6], [8], S. 175, ließe fich hiernach immerhin höchftens bei der Berechnung für gleichmäßig verteilte Laften begründen.) Ein folcher Träger für gleichmäßig verteilte Laften wie für bewegte Radlaftzüge wäre aber nicht fymmetrifch zur Mitte. Durch Umklappen der erften Hälfte um die Mitte entfteht ein Träger, deffen eine Gurtung bei der Mitte eine einfpringende Ecke befitzt (Fig. 2, 4), während der durch Umklappen der zweiten Hälfte entftehende Träger (Fig. 3, 5) dem Dreiecksträger gegenüber keine Vorteile bietet. Um die einfpringende Ecke zu vermeiden, hat Schwedler ein Stück Parallelträger eingefchaltet (Fig. 6—8). Indem man damit von der Grenzform einfacher Zugdiagonalen abweicht, können einfache Diagonalen in den betreffenden

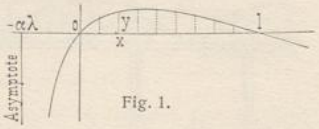


Fig. 1.

Feldern abwechfelnd Zug und Druck erhalten, und ſollen ſie nur auf Zug widerſtandsfähig werden, ſo müſſen Gegendiagonalen zur Verwendung kommen. Da überdies der Untergurt ſtets horizontal ausgeführt wurde, ſo ſtellt Fig. 6 den gewöhnlichen Schwedlerträger dar.

Der Symmetrie halber genügt es, die erſte Trägerhälfte zu berechnen. Die Felderzahl n und größte Trägerhöhe h können den konſtruktiven Bedürfniſſen entſprechend frei gewählt werden. Die Form des Trägers hängt weſentlich vom Verhältnis des Eigengewichts zur Verkehrslaſt ab. Erſteres möge mit g pro Längeneinheit als gleichmäßig verteilt auf die Spannweite $l = n\lambda$ gelten. Da der Wert von g im voraus nicht genau bekannt iſt, ſo tut man gut, für die Formberechnung einen etwas kleineren Wert g_1 zu wählen, als man ſonſt annehmen würde und für die nachfolgende Berechnung der Beanſpruchungen annehmen wird. Als rechnungsmäßige untere Grenzbeanſpruchung der Diagonalen ergibt ſich dann nicht Null, ſondern ein geringer Zug proportional $g - g_1$, ſo daß die gewünſchte Vermeidung von Druckbeanſpruchungen um ſo ſicherer (eventuell ſelbſt bei Stößen) erreicht wird. Selbſtverſtändlich könnte man in den folgenden Formeln auch $g_1 = g$ ſetzen und damit die rechnungsmäßigen unteren Grenzbeanſpruchungen der Diagonalen gleich Null erlangen.

Es handle ſich um die Formberechnung für eine gleichmäßig verteilte bewegte Laſt von p pro Längeneinheit der ergriffenen Strecke; h_m ſei die Länge der $m$ten Vertikale vom Auflager 0 aus und

$$\alpha = n\frac{g_1}{p}. \qquad 1.$$

Wird von vornherein eine gewiſſe Anzahl Felder mit parallelen Gurtungen angenommen, ſo folgt von der dieſen Teil begrenzenden Vertikale $h_m = h$ an gegen 0 hin eine Vertikalenlänge aus der andern mittels der Gleichung

$$h_{m-1} = \frac{(m-1)(n-m+1)(m+\alpha)}{m(n-m)(m-1+\alpha)}\, h_m. \qquad 2.$$

Sollte ſich hierbei die erſte berechnete Vertikale länger als h ergeben, ſo wären nicht genug Felder mit parallelen Gurtungen gewählt. Um nicht ein Feld unnötig mit ſolchen zu verſehen, kann man auch den Index m der längſten Vertikale in Fig. 1 berechnen aus

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} \leqq 1, \text{ ſolange } \frac{(m-1)(n-m+1)(m+\alpha)}{m(n-m)(m-1+\alpha)} \leqq 1 \qquad 3.$$

und den von dieſer an nach der Trägermitte hin gelegenen Vertikalen die gleiche Länge h geben. Nachdem die Trägerform feſtgeſtellt iſt, laſſen ſich die Grenzwerte der Stabkräfte nach den für einfache Balkenfachwerke mit beliebigen Gurtungsformen beſtehenden Formeln berechnen (Bd. 1, S. 528; [9], S. 108, 111). Für das Parallelträgerſtück, ausſchließlich ſeiner Grenzvertikalen, gelten auch die Formeln für Parallelträger (S. 34; [9], S. 116, 118), während für die übrigen Vertikalen die Beanſpruchungen $\mathfrak{D}_m$ durch das Eigengewicht und die Grenzbeanſpruchungen auch ausgedrückt ſind:

$$\mathfrak{D}_m = \frac{g\lambda}{2c}\, d_m, \qquad D_m = \frac{q+g_1}{g}\,\mathfrak{D}_m, \qquad D_m = \frac{g-g_1}{g}\,\mathfrak{D}_m, \qquad 4.$$

worin d_m die Diagonalenlänge, $q = g + p$ und

$$c = \frac{\alpha+m}{n-m}\,\frac{h_m}{m} \text{ konſtant, alſo z. B. } c = \frac{\alpha+1}{n-1}\,h_1. \qquad 5.$$

Ueber den Einfluß der Gegendiagonalen beim Schwedlerträger ſ. Bd. 4, S. 342, und [9], S. 163.

In ganz analoger Weiſe wie für gleichmäßig verteilte bewegte Laſt läßt ſich die Berechnung für bewegte Radlaſtzüge durchführen, wobei an Stelle von 1.—5. etwas andre Ausdrücke treten [9], S. 144. Für Schwedlerträger von Eiſenbahnbrücken empfiehlt ſich die Berechnung mit Radlaſtzügen; bei obigem Verfahren müßten die Laſtäquivalente p für die Formberechnung und die Beanſpruchungen der Füllungsglieder erheblich größer als für die Beanſpruchungen der Gurtungen gewählt werden, wenn nicht unbeabſichtigter Druck in den Diagonalen entſtehen ſollte [10], S. 266. Beiſpiele der Berechnung von Schwedlerträgern für gleichmäßig verteilte bewegte Laſt ſ. [10], S. 254, für bewegte Radlaſtzüge [10], S. 259, für genaue Laſtäquivalente von Radlaſtzügen [10], S. 265. Ueber Bruchverſuche mit Schwedlerträgern ſ. Bd. 3, S. 537, und [12].

Die erſten Schwedlerträger, jedoch von doppeltem Syſtem (Bd. 3, S. 543) und nicht genau obiger Bedingung entſprechend, erhielt die Weſerbrücke bei Corvey und Höxter 1867 [1], worauf ſofort eine Oderbrücke bei Stettin [1] und, beſonders in Norddeutſchland, zahlreiche weitere Ausführungen folgten. Gegenwärtig kommen ſolche Träger aus äſthetiſchen Gründen ſelten zur Verwendung. Anſtatt Schwedlerträger hat man vereinzelt Ellipſenträger (ſ. d.) gewählt, bei welchen ebenfalls durch Einſchalten eines Parallelträgerſtücks Gegendiagonalen im übrigen Teile vermieden werden können und der Materialverbrauch etwa der gleiche iſt [8], S. 210. Träger nach der Grenzform einfacher Zugdiagonalen bis zur Mitte entſprechend Fig. 4 hat Launhardt anwenden wollen [5], um Gegendiagonalen vollſtändig zu vermeiden, doch ſind ſolche wegen ihrer unſchönen und bezüglich der Gurtungsbeanſpruchungen unzweckmäßigen Form, auf die ſchon Schwedler hinwies [1], S. 250, nie ausgeführt worden.

Literatur: [1] Schwedler, Schmiedeeiſerne Brücken nach J. W. Schwedlers Syſtem, Deutſche Bauztg. 1867, S. 250 (Weiteres über die Weſerbrücke bei Corvey: Zeitſchr. f. Bauw. 1867, S. 182). — [2] Derſ., Die kurze und lange Oderbrücke in Breslau, Zeitſchr. f. Bauw. 1868, S. 157 (vgl. Meyerhoff, Die Schwedlerbrücken in Breslau, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 202). — [3] Derſ., Der eiſerne Unterbau für die großen Oeffnungen der Brücke über die Elbe in der Berlin-Lehrter Eiſenbahn (bei Hämerten), Zeitſchr. für Bauweſen 1868, S. 517. — [4] Schäffer, Graphiſche Ermittlung der Ordinaten und Grenzſpannungen des Schwedlerſchen Trägers, ebend. 1874, S. 391 (ſ. a. 1873, S. 237, 523). — [5] Launhardt, Neue Modifikation des Schwedlerträgers, Deutſche Bauztg. 1876, S. 61, 101, 121, 176, 211, 245 (ſ. a. Quietmeyer, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1877, S. 233). — [6] Kayſer, Ueber die Grundform des ſogenannten Schwedlerträgers,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1877, S. 529 (Hyperbelträger). — [7] Stelzel, Theorie einfacher ftatifch beftimmter Brückenträger, Wien 1880, S. 268—285. — [8] Winkler, Theorie der Brücken, II. Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881, S. 175—202. — [9] Weyrauch, Theorie der ftatifch beftimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 136—145, 163. — [10] Derf., Beifpiele und Aufgaben zur Berechnung der ftatifch beftimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 254—268. — [11] Ritter, Anwendungen der graphifchen Statik, II. Das Fachwerk, Zürich 1890, S. 67. — [12] Bruchbelaftung an der Neißebrücke bei Forft, Zeitfchr. für Bauwefen 1895, S. 289. — [13] Schurich, Ueber die Berechnung der Grenzfpannungen der Gitterftäbe eines einfachen Fachwerkbalkens und den Entwurf eines Schwedlerträgers, Zeitfchr. für Architektur und Ingenieurwefen 1898 (Wochenausg.), S. 179. — [14] Müller-Breslau, Die graphifche Statik der Baukonftruktionen, I, Leipzig 1901, S. 288. — [15] Handbuch der Ing.-Wiff., II. Der Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1901, S. 322. — [16] Keck-Hotop, Vorträge über Elaftizitätslehre, II, Hannover 1908, S. 289. *Weyrauch.*

Schwedlerträger (graphifche Berechnung). Die Form des Schwedlerfchen Fachwerks ift eine folche, daß die kleinften Strebenkräfte Null find, fo daß Gegenftreben überflüffig werden.

Die kleinfte Kraft in einer Strebe tritt allgemein ein, wenn das Fachwerk von dem betreffenden Felde bis zum benachbarten Auflager belaftet wird (f. Fachwerk). Soll im achten Felde des durch Fig. 1 dargeftellten Trägers die Strebenkraft möglichft klein werden, fo muß die zufällige Laft von C bis B reichen, und foll diefe Kraft Null fein, fo muß die Querkraft für den Schnitt C durch den Drehpunkt D gehen. Um bei geradlinigem Untergurt die Form des Obergurts zu finden, zeichnet man von A_1 nach B_1 zwei Seilecke g und q, das eine mit den Laften gf, das andre mit den Laften qf (g = Eigengewicht, q = Vollbelaftung auf die Längeneinheit), dann verlängert man die vom Schnitte C getroffene Seite des Seilecks g nach links bis A_1' und die entfprechende Seite des Seilecks q nach rechts bis B_1' und zieht die Linie $A_1' B_1' D_1$; dann ift D der Drehpunkt des achten Feldes. $B_1 B_1'$ ftellt nämlich das ftatifche Moment der Vollbelaftung zwifchen C und B in bezug auf das Auflager B vor. Ebenfo groß ift aber auch das Moment der Querkraft in bezug auf B, denn fie ift die Refultierende aus jener Vollbelaftung und dem Auflagerwiderftand B. In gleicher Weife ftellt $A_1 A_1'$ das Moment der ftändigen Laft links von C in bezug auf das Auflager A vor. Ebenfo groß ift aber auch

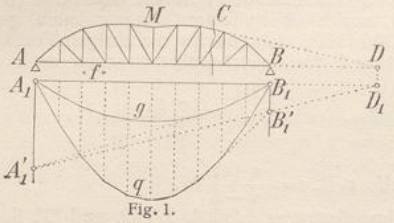


Fig. 1.

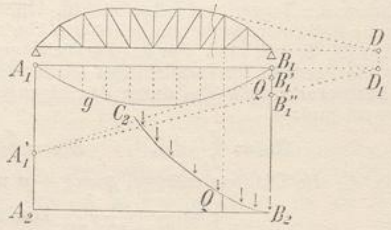


Fig. 2.

das Moment der Querkraft für den Fachwerksteil links von C bezogen auf A. Da die Querkräfte für beide Fachwerksteile infolge des Gleichgewichts zufammenfallen, müffen fich die Abftände der Querkraft von den Auflagern verhalten wie die Strecken $A_1 A_1'$ und $B_1 B_1'$, woraus die angegebene Konftruktion folgt. Wiederholt man diefes Verfahren für fämtliche Felder der rechten Fachwerkshälfte, fo kann man, in M beginnend, die obere Gurtung Stab für Stab zeichnen. In der Mitte entfteht hierbei ein Knick nach unten, der in der Praxis durch ein Stück wagerechte Gurtung erfetzt wird; infolgedeffen müffen dann in den Mittelfeldern Gegenftreben angebracht werden. Das befchriebene Verfahren gilt zunächft für Straßenbrücken, bei denen die Verkehrslaft in der Form gleichgroßer Knotenlaften angenommen wird; es paßt aber auch angenähert für Bahnbrücken, wenn für p der für die Streben gültige Belaftungsgleichwert angefetzt wird. Genauer verfährt man wie folgt: Man zeichnet (Fig. 2) das Seileck $A_1 B_1$ für Eigengewicht und darunter für die halbe Oeffnung die Kurve der maximalen Querkräfte für zufällige Laft $B_2 C_2$. Dann verlängert man die achte Seilfeite bis A_1' und B_1', greift lotrecht unter dem achten Pfoften die Querkraft Q ab, fügt fie an $B_1 B_1'$ an und zieht $A_1 B_1''$, fo wird auf $A_1 B_1$ wiederum der Punkt D_1 abgefchnitten. Um die in den Gurtungen und Streben eines Schwedlerträgers wirkenden Kräfte zu beftimmen, wendet man die Verfahren an, die beim Art. Halbparabelträger befchrieben find. Zur Erlangung einer größeren Sicherheit bei Ueberfchreitung der angenommenen Verkehrslaften wird die Formberechnung der Schwedlerträger neuerdings meift mit anderthalbfacher Verkehrslaft durchgeführt.

Literatur: Schwedler, Zeitfchr. für Bauwefen 1868, S. 514; Schäffer, ebend. 1874, S. 391; Kresnik, Förfters Bauztg. 1874, S. 92; Ritter, W., Anwendungen der graph. Statik, 2. Teil, Zürich 1890; Müller-Breslau, Graph. Statik der Baukonftruktionen, Leipzig 1905. *Mörfch.*

Schweelerei (Schwelerei), die trockene Deftillation der Braunkohlen.

Sie wird feit ca. 50 Jahren in Sachfen-Thüringen, insbefondere in der Umgebung von Weißenfels und Zeitz, auf Grund der dortigen Vorkommen bitumenreicher Arten fabrikmäßig betrieben und als Schweelerei bezeichnet und liefert außer Grudekoks (Bd. 2, S. 287) Gafe, Teerwaffer und Teer. Die Gafe enthalten neben Kohlenoxyden, Kohlenwafferftoffen erhebliche Mengen von Schwefelwafferftoff und werden mit zur Befeuerung der aus Eifen oder Schamotte beftehenden, fenkrecht aufgeftellten Schweelzylinder, durch welche die zu zerfetzende Braun-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kohle in Form kleiner Stücke hindurchgeführt wird, benutzt, während sich das Teerwasser in ähnlicher Weise wie das Gaswasser auf Ammoniak verarbeiten läßt. — Der eigentliche Braunkohlenteer wird durch Destillation im luftverdünnten Raum in zwei Fraktionen, in das sogenannte Rohöl und in die sogenannte Paraffinmasse zerlegt, wobei im Kessel Pech oder Koks, die zum Heizen verwendet werden können, zurückbleiben. — Bei der weiteren Verarbeitung ergibt das Rohöl neben kleineren Mengen Benzin hauptsächlich „Solaröl" und — zuzüglich der flüssigbleibenden Anteile der Paraffinmasse — mehr oder weniger stark gefärbtes Gas- oder Paraffinöl. Mit amerikanischem Petroleum gemischt stellt das Solaröl ein in der Umgebung der Produktionsstätten viel benutztes Beleuchtungsmittel dar, das sich auch zum Betrieb von Petroleummotoren eignet. — Größer als an Solaröl und an Benzin ist das Ausbringen an Gas- oder Paraffinöl, das wegen seiner Eigenschaft, beim Ueberhitzen in auch bei niedriger Temperatur und unter mäßigem Druck gasförmig bleibende Kohlenwasserstoffe zu zerfallen, zur Herstellung von Oel- oder Fettgas für Eisenbahnwagenbeleuchtung (Bd. 3, S. 339, Bd. 6, S. 438, 755) Verwendung findet und auch zum Betrieb von Oelfeuerungen sowie von Diesel-Motoren brauchbar ist. Paraffinöle von bestimmtem spezifischem Gewicht können auch zur Fabrikation geringwertiger Schmiermittel benutzt werden. Aus der Paraffinmasse gewinnt man durch starkes Abkühlen, Pressen der sich dabei ausscheidenden Schuppen und systematisches Behandeln derselben mit Lösungs- bezw. Entfärbungsmitteln schließlich farblose Hart- und Weichparaffine, deren Schmelzpunkte bei ca. 55° bezw. 45° liegen. Diese Paraffine, die auf ca. 85% Kohlenstoff 15% Wasserstoff enthalten und sich in Aether, Benzin und Benzol leicht lösen, werden hauptsächlich als billiger, wenn auch keineswegs immer vollwertiger Ersatz für Wachs benutzt und dienen hauptsächlich zur Fabrikation von Kerzen sowie von Appreturmassen, Bodenwichsen und für ähnliche Zwecke. — Mit den im Deutschen Reich aus Braunkohlen erzeugten Paraffinen konkurrieren im Preis besonders die bei der in Schottland üblichen Destillation von bituminösen Schiefern gewonnenen Produkte, und auch die aus nordamerikanischen Roherdölen erhältlichen Paraffine spielen auf dem Weltmarkt eine beachtenswerte Rolle. Für einzelne Zwecke geeigneter als Paraffin ist das durch Extrahieren bitumenreicher Braunkohlen mit Benzin erhältliche Montanwachs, das neuerdings in großen Mengen in den Handel gebracht wird (s. Wachs).

Literatur: Erdmann, E., Die Chemie des Braunkohlenteers, 1907; Gräfe, E., Braunkohlenteerindustrie, 1906; Reedwoods, Die Mineralöle und ihre Nebenprodukte. *Häußermann.*

Schwefel, gediegen, Mineral, rein oder mit Bitumen oder Selen verunreinigt.

Kristallisiert rhombisch; derb, nierig, faserig oder erdig. Gelb bis gelblichbraun, fettglänzend, durchsichtig bis trüb; muschelig brechend; spröd bis mild. Härte $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$; spez. Gew. 1,9—2,1. Schlechter Elektrizitäts- und Wärmeleiter. Leicht schmelzbar bei 108° C., leicht verflüchtigend und verbrennend mit blauer Flamme unter Bildung von schwefliger Säure bei 270° C. Löslich in Schwefelkohlenstoff, fetten Oelen, Kali- und Natronlauge, nicht in Wasser und Alkohol. Vorkommen mit Gips und Steinsalz oder Braunkohlen zusammen im Tertiär, besonders in Sizilien (Girgenti, Caltanisetta, Lercara u. s. w.), Spanien (Conil), auch in der Nähe von Vulkanen (Solfatara) u. s. w. Die Gewinnung in Sizilien beträgt pro Jahr 300000 t. Zur Darstellung vieler Schwefelverbindungen (Schwefelsäure, Zinnober), zur Herstellung von Zündwaren und Pulver, zur Desinfektion, zum Einbrennen der Weinfässer, zum Schutz gegen Pilze am Weinstock, zur Darstellung von Kitten und Balsam, zur Verfertigung von Abgüssen, zum Vulkanisieren des Kautschuks, Entfärben, als Arzneimittel, zur Herstellung von Feuerwerkskörpern u. s. w. dienlich. *Leppla.*

Schwefel *S*, Atomgew. 32,07, spez. Gew. 1,96—2,06, bei gewöhnlicher Temperatur fester, gelber, pulverisierbarer Körper, Nichtleiter der Elektrizität, schmilzt bei 113° zu einer dünnflüssigen, hellgelben Flüssigkeit, wird bei 160° dickflüssiger, bei 220° zähe und rötlich, zwischen 240° bis 260° sehr zähe und rotbraun, über 340° wieder dünnflüssig, ohne die dunkle Farbe zu ändern, und siedet bei 448,4° unter Entwicklung rotbrauner Dämpfe, die sich unter 110° zu einem feinen kristallinischen gelben Pulver, den sogenannten Schwefelblumen, verdichten. An der Luft auf 250° erhitzt, verbrennt er zu Schwefeldioxyd, Schwefligsäureanhydrid. Schwefel ist polymorph; der in der Natur vorkommende kristallisiert rhombisch (vgl. den vorhergehenden Artikel); die bei raschem Erstarren aus flüssigem Schwefel entstehenden Kristalle bilden lange, biegsame, durchsichtige, monokline Nadeln, die nach einiger Zeit unter Bildung rhombischer Kristalle hart und undurchsichtig werden; außerdem gibt es noch triklinen und amorphen Schwefel; letzterer entsteht als milchweißer, fein verteilter Niederschlag (Schwefelmilch) durch Zersetzung von Lösungen der Alkalisulfide durch Säuren.

Schwefel ist unlöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol und Aether, leicht löslich in Chlorschwefel, Schwefelkohlenstoff, Chloroform; auch Benzol, Stein- und Terpentinöl lösen Schwefel. Ueber die einzelnen Modifikationen des Schwefels, über die verschiedene Löslichkeit bezw. Unlöslichkeit in Schwefelkohlenstoff u. s. w. s. [1]. Der Schwefel kommt in der Natur gediegen (Sizilien, Louisiana und Texas) vor, ferner in Verbindung mit Metallen, wie Schwefel-, Kupfer-, Arsenikkies u. s. w., in den schwefelsauren Salzen, wie Gips, Schwerspat u. s. w., gasförmig als Schwefelwasserstoff (s. d.) in den sogenannten Schwefelquellen und, neben schwefliger Säure, bei Vulkanen. Endlich kommt auch Schwefel in vielen organischen Verbindungen, so in den Eiweißstoffen vor.

Schwefel wird in Sizilien durch Ausschmelzen der meistens 20—40% Schwefel haltenden Gesteine, Gemenge von gediegenem Schwefel, Gips-, Kalkstein, Ton u. s. w., in den sogenannten Calcaronen gewonnen. Die Calcaronen sind an Abhängen angelegte, ausgemauerte Gruben, welche mit den Schwefelerzen, die unter Aussparen einiger Luftkanäle übereinander geschichtet sind, gefüllt und mit einer Decke von ausgebranntem Erz versehen sind. Die zum Ausschmelzen des Schwefels erforderliche Wärme wird durch Verbrennen eines Teils des Schwefels gewonnen, da andres Brennmaterial in Sizilien zu teuer ist. Der ausgeschmolzene Schwefel wird in nassen Holzformen erstarren gelassen. Das Ausschmelzen eines Calcarones dauert 1—3 Monate und liefert etwa 50, selten bis 70% des in den Erzen enthaltenen Schwefels. Um aus dem gewonnenen Rohschwefel reinen Schwefel darzustellen, wird er in gußeisernen Zylindern, welche mit einer großen Kammer in Verbindung stehen, der Destillation unterworfen, wobei, je nachdem kleinere oder größere Mengen Schwefel raffiniert werden und die Temperatur in der Kammer unter oder über 110° beträgt, Schwefelblumen oder flüssiger Schwefel erhalten werden. Den flüssigen Schwefel läßt man in schwach konischen Formen zu dem sogenannten Stangenschwefel erstarren. Verfahren, den Schwefel aus dem Schwefelgestein durch Extraktion mit Schwefelkohlenstoff zu gewinnen, finden kaum Anwendung. — In Louisiana und Texas gewinnt man den tiefliegenden Schwefel, indem man durch hineingetriebene Rohrleitungen überhitztes Wasser zuführt und den geschmolzenen Schwefel mittels daneben zugeleiteter gepreßter Luft herausfördert. — Sonst wird Schwefel durch Rösten von Eisenkies oder Kupferkies gewonnen. Als Ergänzung zu den unter Schwefelsäure beschriebenen Kiesröstöfen mögen hier die Röstöfen von Herreshoff und von Kauffmann kurz beschrieben werden. Beide sind mechanisch betriebene Etagenöfen. — Der vielverbreitete Herreshoff-Ofen (Metallurgische Gesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M.) ist folgender: In einem zylindrischen Schacht sind in Abständen übereinander fünf in der Mitte durchbohrte Schamottplatten befestigt, durch welche eine Hohlwelle hindurchgesteckt ist, die dicht über jeder Schamottplatte auswechselbare Rührarme trägt. Die Hohlwelle wird mit Luft gekühlt und durch ein unten befindliches Vorgelege angetrieben. Das selbsttätig oben eingeworfene Erzklein bewegt sich, durch die Rührarme geführt, von Platte zu Platte, abwechselnd durch Umfangsöffnungen und durch die erweiterte mittlere Oeffnung fallend. Der von unten durch die Entleerungstüren entgegensteigende Luftstrom führt die Röstgase oben in eine Sammelleitung [2]. — Der Kauffmann-Ofen (Cölner Erzröstgesellschaft) unterscheidet sich vom vorbeschriebenen hauptsächlich dadurch, daß die Hohlwelle mit Preßluft gekühlt und oben angetrieben wird und daß die Rührarme anders befestigt sind [3]. Der arsenhaltige Schwefel aus Eisenkies wird durch Destillation vom Arsen getrennt, der arsenhaltige Rückstand heißt Roßschwefel und wird in der Tierheilkunde benutzt. Der (früher im Harz) bei dem Rösten des Kupferkieses aus den Rösthaufen heraustropfende Schwefel führt den Namen Jungfernschwefel. — Aus der bis 40% Schwefel enthaltenden Gasreinigungsmasse läßt sich Schwefel durch Extraktion mit Schwefelkohlenstoff gewinnen; meistens aber wird die Masse durch Abrösten regeneriert, wobei die entstehende schweflige Säure zur Darstellung von Schwefelsäure dient. Endlich werden noch aus den Sodarückständen beträchtliche Schwefelmengen gewonnen, doch meistens auch nicht auf Schwefel, sondern auf schweflige Säure verarbeitet. — Ueber die Verwendung vgl. den vorhergehenden Artikel. Näheres über die Gewinnung s. [4] und [5].

Literatur: [1] Roscoe und Classen, Lehrbuch der anorg. Chemie, Braunschweig 1895, Bd. 1, S. 340. — [2] Dingl. Polyt. Journ. 1902. — [3] Winteler, Chemiker-Ztg., Cöthen 1906, S. 467. — [4] Dammer, Handbuch der chem. Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 1, S. 79. — [5] Fischer, Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 367. *(Rathgen) Moye.*

Schwefelantimon, s. Antimonsulfide.

Schwefelbaryum, s. v. w. Baryumsulfuret (s. d.).

Schwefelchloride, 1. Chlorschwefel, Schwefelmonochlorid, Schwefelchlorür, S_2Cl_2, eine braune, ölige, rauchende Flüssigkeit von 1,6 spez. Gew.; Siedepunkt 138°; ist ausgezeichnet durch sein Lösungsvermögen für Schwefel; zersetzt sich mit Wasser bald in schweflige Säure, Salzsäure und Schwefel; wird gewonnen durch Einleiten von gewaschenem und getrocknetem Chlor in geschmolzenen, auf 125—130° erhitzten Schwefel, wobei das entstehende Schwefelchlorür nebst mitgerissenen Schwefeldämpfen in eine gekühlte Vorlage überdestilliert. Durch erneutes Destillieren wird es von zurückbleibendem Schwefel gereinigt. In der Technik dient mit Schwefel gesättigtes Schwefelchlorür zum Vulkanisieren des Kautschuks. Ferner verwandelt Schwefelchlorür Leinöl und Rüböl in sogenannten Faktis oder Kautschukersatz. 2. Schwefeldichlorid, Schwefelchlorid SCl_2, ist eine dunkelrote Flüssigkeit, die durch Einwirkung von Chlor auf Schwefelchlorür bei 6—10° C. entsteht. 3. Schwefeltetrachlorid SCl_4 ist eine gelbbraune Flüssigkeit, die sich durch Einwirkung von Chlor auf Schwefelchlorür bei — 20 bis 22° bildet. *(Rathgen) Moye.*

Schwefeldioxyd, s. Schweflige Säure.

Schwefelherd, -hölzer, s. Zündwaren.

Schwefelkadmium, s. v. w. Kadmiumsulfid (s. d.).

Schwefelkies, Eisenkies, Pyrit, Inkastein, Schwefeleisen FeS_2 (46,7% *Fe*, 53,3% *S* mit geringen Mengen andrer Metalle, auch Silber und Gold).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kristallisiert regulär, besonders in Würfeln; auch derb. Gold- bis messinggelb, braun angelaufen, Strich dunkelbraun; stark metallglänzend, undurchsichtig; etwas magnetisch. Schlechter Elektrizitätsleiter, durch Reiben elektrisch werdend. Spröde; Härte 6—6½; spez. Gew. 4,9—5,2. Beim starken Erhitzen entweicht Schwefel als schweflige Säure und es bleibt rotes Eisenoxyd zurück. Löslich in heißer Salpetersäure mit Abscheidung von Schwefel, nicht in Salzsäure. Verwittert leicht an der feuchten Luft teils zu Eisenoxydhydrat, teils zu Eisenvitriol oder in Ton zu Tonerdesulfat und Alaun. In Gesteinen, welche den Atmosphärilien ausgesetzt sind, den Zerfall der Gesteinsmasse bewirkend. Sehr verbreitet in allen Gesteinen, in großen Massen in Gängen und Lagern mit andern Schwefelerzen (Harz, Falun [Norwegen], Anglesea u. s. w.). Verwendung zur Darstellung von Schwefel, Schwefelsäure, Schwefelwasserstoff, Eisenvitriol, Alaun; zur Gewinnung von Eisen nicht verwendbar, weil brüchiges Eisen liefernd. In geschliffenem Zustand schön glänzend und daher zu Zieraten (Schuhschnallen, Broschen, Armbändern), auch zu Dosen früher verwendet. *Leppla.*

Schwefelkobalt, s. v. w. Kobaltkies (s. d.).

Schwefelkohlenstoff, Kohlenstoffsulfid CS_2, Mol.-Gew. 76,12. In reinem Zustand eine wasserhelle, leicht bewegliche, stark lichtbrechende Flüssigkeit mit an Chloroform erinnerndem Geruch; spez. Gew. 1,2684; Siedepunkt 46,5. In Wasser wenig löslich, mit Alkohol, Aether u. s. w. in allen Verhältnissen mischbar.

CS_2 löst Schwefel, Phosphor, Jod, Fette, Oele, Kampfer, Harze, Kautschuk. Verbrennt mit blauer Flamme zu Schwefel- und Kohlenstoffdioxyd. Sein Dampf, mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft gemischt und angezündet, explodiert heftig; mit Stickoxyd gemengt und entzündet gibt er ein chemisch sehr wirksames blaues Licht. Mit Sulfiden bildet er Sulfokarbonate (z. B. Na_2CS_3 Natriumsulfokarbonat), die, mit Salzsäure behandelt, die Sulfokarbonsäure als eine rotbraune, leichtzersetzliche Flüssigkeit liefern. Dargestellt wird Schwefelkohlenstoff durch Einwirkung von Schwefeldämpfen auf möglichst reine, trockene Kohle in gußeisernen Retorten, indem unter die zum Glühen erhitzten Kohlen Schwefelstücke gebracht werden; Apparate s. [1]. Der stets schwefelhaltige (8—12 %) rohe Schwefelkohlenstoff ist außerdem durch Schwefelwasserstoff und flüchtige organische Schwefelverbindungen verunreinigt, die seinen widerlichen Geruch bedingen. Die Reinigung geschieht durch Waschen mit Kalkwasser und darauffolgendes Destillieren unter Zusatz von etwas Wasser und Bleizucker im Wasser- oder Dampfbade. Die Verwendung des Schwefelkohlenstoffs ist eine sehr vielseitige. Er dient zum Vulkanisieren und Lösen des Kautschuks, zum Extrahieren der Fette und Oele aus Knochen und ölhaltigen Samen (Palmkernen, Oliven, Raps u. s. w.), zur Darstellung verschiedener Chemikalien (Sulfokarbonate, Schwefelcyanammonium, xanthogensauern Salzen u. a. m.), zum Töten der Ratten und schädlicher Insekten, insbesondere der Reblaus. Näheres s. [1], [2].

Literatur: [1] Dammer, Handbuch der chem. Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 1, S. 95. — [2] Fischer, Handbuch der chem. Technologie, 14. Aufl., Leipzig 1893, S. 371. *(Rathgen) Moye.*

Schwefelmetalle, s. Sulfide.

Schwefelsäure, 1. Schwefeltrioxyd, Schwefelsäureanhydrid SO_3, Mol.-Gew. 80, bildet feine weiße Nadeln, die bei $+16^0$ schmelzen, bei 46^0 sieden, an der Luft rauchen und stark hygroskopisch sind. 2. Schwefelsäure, Schwefelsäuremonohydrat, englische Schwefelsäure H_2SO_4, Mol.-Gew. 98, ist eine farblose ölige Flüssigkeit von 1,8384 spez. Gew. bei 0^0, die bei niederer Temperatur zu prismatischen, bei $+10^0$ schmelzenden Kristallen erstarrt. Sie beginnt bei dem Erhitzen auf 30—40^0 zu rauchen, indem Dissoziation in Anhydrid und Wasser stattfindet, und siedet bei 338^0. Konzentrierte Schwefelsäure ist stark hygroskopisch; mit Wasser läßt sie sich in allen Verhältnissen mischen, dabei große Wärmemengen abgebend. Sie zerstört viele organische Stoffe durch Wasserentziehung und Kohlenabscheidung; durch einfallenden Staub ist daher Schwefelsäure oft bräunlich gefärbt. Schwefelsäure ist eine der stärksten Säuren; sie wird nur in der Glühhitze durch Kiesel-, Bor- und Phosphorsäure ausgetrieben. Ihre Salze nennt man Sulfate. 3. Dischwefelsäure, Pyroschwefelsäure $H_2S_2O_7$, Mol.-Gew. 178, kristallisiert aus rauchender Schwefelsäure in weißen Kristallen, die bei $+35^0$ schmelzen, und bildet Salze, z. B. Kaliumpyrosulfat. 4. Rauchende Schwefelsäure, Oleum, Nordhäuser Vitriolöl, ist eine bräunliche, rauchende Flüssigkeit. Man kann sie als eine Auflösung von Schwefelsäureanhydrid in Schwefelsäure auffassen; je nach dem Gehalt an Anhydrid schwankt das spez. Gew. zwischen 1,854—1,9. Durch Abkühlung erhält man Kristalle von $H_2S_2O_7$ (s. unter 3.). Beim Erhitzen geht Anhydrid als Dampf fort, gewöhnliche Schwefelsäure bleibt zurück.

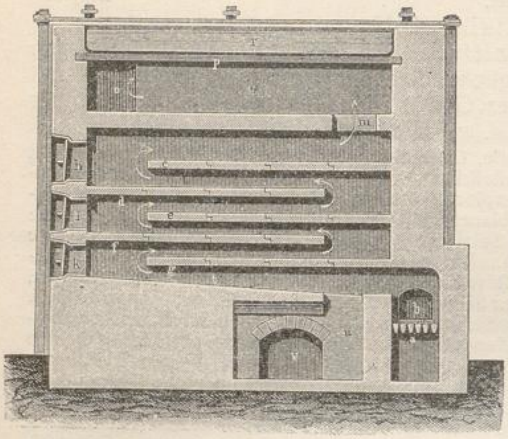
Die technische Darstellung der Schwefelsäure ist folgende:

1. Bleikammerverfahren.

Von den erforderlichen Rohstoffen: schweflige Säure, Salpetersäure, Wasser und Sauerstoff (Luft), wird die erstere entweder durch Verbrennen von Schwefel, Abbrennen der schwefelreichen Gasreinigungsmasse oder Rösten von Schwefelerzen, insbesondere des Pyrits, Schwefelkieses, gewonnen, und zwar ist die letzte Art die verbreitetste. Der Schwefelkies wird zerkleinert, in Stück-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Feinkies oder Schliech geſchieden und in Stück- bezw. Feinkiesöfen ſo geröſtet, daß die durch das Verbrennen des Kieſes erzeugte Wärme genügt, ſtets friſche Kiesmaſſen in Brand zu ſetzen. Auf dieſe Art braucht der Röſtprozeß durch Brennmaterial nur eingeleitet zu werden. Während das Röſten des Stückkieſes früher zumeiſt in Schachtöfen ohne Roſt, in den ſogenannten Kilns, ſtattfand, bedient man ſich jetzt der Oefen mit Roſt (vgl. Fig. 62 und 63 in [2], S. 210). Beim Betriebe hängt viel von der richtigen Luftzuführung ab; tritt zu wenig Luft hinzu, ſo kann Schwefel ſublimieren oder es entſtehen Schlacken oder Sauen, die zum größten Teil aus leicht ſchmelzbarem Schwefeleiſen beſtehen und daher der Luft den Durchgang verwehren; zu ſtarker Luftzug aber ſteigert den Salpeterſäureverbrauch und vermindert die Ausbeute an Schwefelſäure. Da bei dem Brechen der Kieſe, beſonders bei Erſatz der Handarbeit durch einen mechaniſchen Blakeſchen Steinbrecher, der Abfall an Feinkies oft 20% und mehr beträgt und da in den Stückkiesöfen höchſtens 7½% der jedesmaligen Beſchickung durch Aufſchütten auf den Stückkies verwendet werden kann, ſo benutzt man zur Abröſtung des Feinkieſes Feinkiesöfen, von denen ſich beſonders die Malétraſchen Etagenöfen bewährt haben. Die Figur zeigt den Längsdurchſchnitt eines ſolchen Ofens. Zum Ingangſetzen dient der Kohlenroſt *a* mit der Feuertür *b*, der jedoch nebſt dem Aſchenfall vermauert wird, ſobald der Ofen in Weißglut geraten iſt. Durch die Arbeitstüren *h*, *i* und *k* werden die fünf aus feuerfeſtem Ton beſtehenden Platten *c*, *d*, *e*, *f* und *g* mit Feinkies beſchickt, der ſogleich Feuer fängt. Die Arbeitstüren werden geſchloſſen, während die erforderliche Luft durch einen in der Figur nicht ſichtbaren regulierbaren Luftkanal unten in den Ofen eintritt. Der Weg der Gaſe iſt durch Pfeile angedeutet, ſie gehen endlich durch den Fuchs *m* in die Flugſtaubkammer *n* und durch *o* nach der Bleikammer. Auf der mit einer gußeiſernen Platte abgedeckten Kammer *n* ſtehen Bleipfannen, die zur Konzentration der Kammerſäure dienen. Alle vier Stunden wird durch die Tür *k* der Inhalt der unterſten Platte *g* auf das ſich nach hinten ſenkende Gewölbe *t* ausgezogen, nachdem vorher das dort befindliche abgeröſtete Erz in den Fuchs *u* und in den Keller *v* geſchoben iſt. Dann wird durch die Tür *i* der Kies der Platte *f* nach *g* entleert, daſelbſt geebnet und ſo nacheinander der Inhalt der einzelnen Platten tiefer gebracht, bis die oberſte Platte *c* entleert iſt und mit friſchem Feinkies beſchickt wird.



In ähnlicher Art iſt der Malétra-Schaffner-Ofen konſtruiert, der ſieben Platten beſitzt, von denen drei von der einen und die andern vier von der andern Seite durch je eine Tür bedient werden. Das friſche Erz wird durch einen mit gußeiſernem Konus verſchloſſenen Trichter auf die oberſte Platte aufgegeben. Näheres ſ. [2]. Von andern Etagenöfen ſei noch der in Amerika vielfach benutzte Spence- und der Herreshoff-Ofen (ſ. S. 844) erwähnt, bei denen eine mechaniſche Rührvorrichtung den Feinkies umrührt und allmählich von den oberen Etagen auf die unteren bezw. aus dem Ofen herausſchafft.

Für die früher in Flammöfen erfolgte Abröſtung der Zinkerze, bei der alle ſchweflige Säure in die Atmoſphäre trat, ſind Pyritöfen nicht brauchbar, da die Zinkblende zur Abröſtung noch beſonderer Wärmezufuhr bedarf. Gerſtenhöferſche Oefen, bei denen das zerkleinerte Erz durch geriffelte Speiſewalzen in einen Ofenſchacht eingeführt wurde, der von einer großen Anzahl Tonprismen ſo durchſetzt war, daß die Zwiſchenräume zweier Prismen zwiſchen die Prismen der oben und unten benachbarten Schichten fielen und ſo das Erz allmählich von einer Schicht auf die folgende gleitete, haben ſich wegen des Auftretens großer Flugſtaubmengen als nicht praktiſch erwieſen. Ebenſo ſind auch die Hafenclever-Helbig-Oefen, bei denen das Erzklein auf geneigten Tonplatten herabgleitet, zugunſten der Liebig-Einhorn-Oefen verlaſſen. Dieſe ſind Etagenöfen, deren Etagen zum Teil hohl ſind und durch ein beſonderes Feuer erhitzt werden, ſo daß die Röſtgaſe geſondert von den Feuerungsgaſen abgeführt werden. Die Abbildung eines ſolchen Gefäßofens ſ. [3].

Bei allen Röſtöfen iſt der Verbrennungsprozeß ſo zu leiten, daß nach Abſetzung des Flugſtaubes in den Gaskanälen oder in beſonders angelegten Flugſtaubkammern ein möglichſt ſtets gleichmäßiges Gemenge von ſchwefliger Säure und Luft in die Bleikammern eingeführt wird. Nach Lunge ſoll die normale Menge ſchwefliger Säure 8,59% der Pyritgaſe ausmachen, welche Zahl in der Praxis aber ſelten erreicht wird, da ſie meiſt nur 7—8% beträgt, oft auch bis auf 6% herabgeht.

Die Oxydation der ſchwefligen Säure zu Schwefelſäure geſchieht mit Hilfe der Stickſtoffoxyde in den ſogenannten Bleikammern, die aus 2,6—3,0 mm dicken Weichbleiplatten beſtehen, welche mittels Waſſerſtoffluftgebläſe zuſammengelötet ſind. Sie ſind außen von einem Balkengerüſt getragen und hängen meiſtens glockenartig in eine ebenfalls aus Blei beſtehende, am Rande aufgebogene Platte, die zur Aufnahme der Kammerſäure dient, welch letztere dann den dichten Verſchluß der Kammer bewirkt. Die Größe der Kammern ſoll ſich nach der Menge der zu produzierenden Schwefelſäure ſowie danach richten, ob Glover- und Gay-Luſſac-Türme (ſ. weiter unten) vorhanden, iſt aber großen Schwankungen unterworfen; nach Lunge

beträgt in englischen mit den Türmen versehenen Fabriken die Breite 6—6½ m, die Höhe 5—6 m, die Länge 30—52½ m. Das neuerdings auch verwendete Tangentialsystem ist durch kreisrunde Gestalt der Kammern und durch Einströmen der Gase und Dämpfe in Richtung der Tangente gekennzeichnet.

Die Salpetersäure wird oft mit den Röstgasen eingeführt, doch läßt man sie auch als solche in die erste Kammer entweder in ganz dünnem Strahl oder in zerstäubtem Zustande eintreten. Das Wasser wird entweder als Wasserdampf unter einem Drucke von 1—1½ Atmosphären oder als Wasser mittels Zerstäubungsapparat eingeführt. Während die ersten Fabriken, welche englische Schwefelsäure erzeugten, nur mit Bleikammern arbeiteten, werden jetzt bei den meisten großen, gut geleiteten Betrieben vor der ersten und hinter der letzten Kammer 10—15 m hohe Türme aus Bleiplatten eingeschaltet. In dem hinter den Kammern befindlichen Gay-Lussac-Turm [2] wird aus einem obenstehenden Behälter mittels eines Segnerschen Rades oder andrer Verteilungsvorrichtungen konzentrierte Schwefelsäure über die den Turm füllenden Koksstücke verteilt. Langsam über die große Oberfläche des Kokses (die Poren des Kokses kommen dabei nicht in Betracht!) fließend, bietet die Säure den unten in den Turm geleiteten, nach oben steigenden Dämpfen, welche aus der letzten Bleikammer mit Stickstoffverbindungen beladen sind, eine so große Fläche dar, daß alle Stickstoffoxyde Gelegenheit finden, sich in der konzentrierten Säure zu lösen. Die hierdurch erhaltene sogenannte nitrose Säure wird mittels Luftdrucks auf den vor der ersten Kammer befindlichen Glover-Turm [2] geschafft, um daselbst gemeinsam mit Kammersäure langsam über das Füllungsmaterial herabzurieseln. Der Glover-Turm ist mit hartgebrannten, säurefesten Steinen ausgefüttert und durchsetzt von Quarzbrocken, Flintsteinknollen oder säurefesten Steinen, im oberen Teil auch wohl von durchlochten Tonplatten (s. weiter unten bei dem Plattenturm). Die aus den Pyritöfen kommenden, etwa 300° heißen Röstgase treten unten in den Glover-Turm, befreien durch ihre Hitze die herabrinnende Nitrose von den nitrosen Dämpfen, um diese selbst mitzunehmen, und konzentrieren zugleich die Schwefelsäure auf 60—64° Bé, indem sie sich selbst mit Wasserdampf beladen. Sie treten dann in die erste Kammer, von dort in die zweite u. s. w., wo sie, Nebel bildend, aufeinander einwirken, und nun die Schwefelsäure in Tropfen auf den Boden der Kammern fallen lassen, die sogenannte Kammersäure, deren Stärke von 50—55° Bé durch Aräometer an der äußeren Kammerwand und durch analytische Prüfung kontrolliert wird. Außerdem findet noch eine Kontrolle durch sogenannte Laternen statt, die aus zwei einander gegenüberstehenden Glasplatten bestehen, welche in die das ganze System verbindenden Bleiröhren oder auch in die Bleikammern selber eingesetzt sind; so sollen z. B. bei regelrechtem Gange die in den Gay-Lussac-Turm tretenden Gase rot gefärbt sein. — Zur Beförderung des Zuges im ganzen System dient ein Schornstein an dessen Ende und ein Ventilator aus Hartblei oder Schamotte vor der ersten Kammer oder zwischen zwei Gay-Lussac-Türmen; auch der Glover-Turm wirkt als Kamin. — Außer dem Glover-Turm fügt man heute vielfach dem Betriebe noch einen andern Turm, den Lunge-Rohrmannschen Plattenturm ([2], S. 351), ein, der den Zweck hat, an Kammern, also an Raum zu sparen, indem er der nebelförmig verteilten Schwefelsäure Gelegenheit gibt, sich zu kondensieren. Die nur 5—6 m hohen Plattentürme besitzen einen bleiernen Mantel, in welchem tönerne durchlochte Querplatten angebracht sind. Die aus hartgebranntem, säurefestem Ton hergestellten Platten besitzen eine zum Teil etwas vertiefte Oberfläche, und den Oeffnungen der einen entsprechen stets feste Stellen der darüber und der darunter befindlichen, so daß die aus dem Glover-Turm kommenden und unten in den Plattenturm [2] eingeführten Gase gezwungen sind, sich innig zu mischen. Ebenso wird auch das von oben im Plattenturm herabrieselnde Wasser oder eine verdünnte Säure von 40—50° Bé gezwungen, sich zu verteilen und den Gasen eine große Oberfläche anzubieten. Ob ein völliger Ersatz aller Kammern durch Plattentürme möglich, ist noch eine unentschiedene Frage; Lunge selbst und auch andre empfehlen ihre Anwendung neben wenigstens einer Kammer; s. a. [3]. — Die Fabrikation der rauchenden Schwefelsäure ist das älteste Verfahren der Schwefelsäuredarstellung [2].

Theorie des Bleikammerprozesses. Ueber die verschiedenen Theorien zur Erklärung des Bleikammerprozesses s. in [1] und [2]; nach Lunge tritt das Schwefeldioxyd unmittelbar mit Stickstofftrioxyd, Sauerstoff und wenig Wasser zu Nitrosylschwefelsäure zusammen, welche nebelförmig in der Kammer schwebt; beim Zusammentreffen mit mehr Wasser, welches ebenfalls als Nebel in der Kammer verteilt ist, zerlegt sich die Nitrosylschwefelsäure in Schwefelsäure, die zu Boden sinkt, und Stickstofftrioxyd, welches von neuem wirken kann. Es ist also nicht, wie die bisher allgemein herrschende Ansicht lautet, das Stickoxyd, sondern das Salpetrigsäureanhydrid, welches als Sauerstoffüberträger in der Bleikammer fungiert. Die Bildung von Schwefelsäure wird nicht durch die abwechselnde Oxydation von NO zu N_2O_3 oder N_2O_4 und darauf folgende Reduktion dieser Körper zu NO, sondern dadurch zuwege gebracht, daß eine Kondensation von salpetriger Säure mit Schwefeldioxyd und Sauerstoff zu Nitrosylschwefelsäure und darauf eine Spaltung der letzteren durch Ueberschuß von Wasser eintritt. Die erwähnten Reaktionen werden durch folgende Gleichungen ausgedrückt:

$$2\,SO_2 + N_2O_3 + O_2 + H_2O = 2\,SO_2\,(OH)\,(ONO),$$
$$2\,SO_2\,(OH)\,(ONO) + H_2O = 2\,H_2SO_4 + N_2O_3.$$

Die Erklärung für die Tatsache, daß in der ersten Bleikammer, welche mit undurchsichtigen weißen Wolken angefüllt ist, auch Stickstoffdioxyd NO vorhanden ist, gibt Lunge durch seine weiteren Gleichungen

$$SO_2 + HNO_3 = SO_5NH,$$
$$2\,SO_5NH + SO_2 + 2\,H_2O = 3\,H_2SO_4 + 2\,NO,$$

die auch den im Glover-Turme vor sich gehenden Reaktionen entsprechen. Bei regelrechtem Gange tritt die Nitrosylschwefelsäure als solche nicht sichtbar in Erscheinung, jedoch zeigt sie sich als sogenannte Kammerkristalle, wenn nicht genügend Wasser in der Kammer vorhanden, um sich aber bei Wasserzutritt sofort wieder nach Gleichung 2. zu zersetzen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konzentrierung und Reinigung. Die Kammerſäure von 50—55° Bé kann zwar für manche Zwecke direkt verbraucht, muß aber für andre Verwendungen konzentriert werden, da die aus dem Glover-Turme ſtammende ſtärkere Säure von 60—63° Bé wegen ihrer größeren Verunreinigung mit organiſchen Subſtanzen und Eiſen ebenfalls nicht für alle Zwecke brauchbar iſt. Das Eindampfen der Kammerſäure wird bis 63° Bé in Bleipfannen vorgenommen, die oft auf den Pyritöfen ſtehen, um deren Wärme auszunutzen; anderweitig werden die auf Eiſenplatten ſtehenden Bleipfannen auch häufig direkt erwärmt und, wenn es nicht darauf ankommt, eine etwas bräunliche Säure zu erhalten, am beſten mit Oberfeuer; zweckmäßig iſt die Heizung durch geſpannten Waſſerdampf in Bleiſchlangen, die dicht über dem Boden der Pfanne innerhalb der Säure liegen. Die in den Bleipfannen auf 60—63° Bé eingedampfte Säure, die ſogenannte Pfannenſäure, muß behufs weiteren Konzentrierens in Glas- oder Platingefäßen eingedampft werden. Als Glasgefäße benutzt man etwa 1 m hohe Glasretorten mit aufgeſetztem Helm, die zweckmäßig zu mehreren terraſſenförmig auf einem Ofen in eiſernen Sandböden ſtehen und die ſo miteinander verbunden ſind, daß die konzentrierte Säure ſtets in die nächſttiefere Retorte fließt; die wäſſrige Säure kommt in die obenſtehende Retorte und erhält das ſchwächſte Feuer, während die Retorte mit der ſtärkſten Säure unten auf dem heißeſten Teile des Ofens ſteht. Die Retortenhelme münden in ein gemeinſames Zugrohr, das die entweichenden Dämpfe zur Kondenſation nach einem Koksturm führt. Platingefäße werden wegen des hohen Materialpreiſes in möglichſt flacher Form hergeſtellt. Ueber gebräuchliche Apparate ſ. Näheres in [1] und [2]. — Die hauptſächlichſten Verunreinigungen der rohen Schwefelſäure ſind Arſen, Selen, Eiſen und Blei ſowie Stickſtoffoxyde. Arſen wird mittels Schwefelwaſſerſtoffs entfernt, wodurch auch Selen und Blei gefällt werden. Die Nitroſen werden, wenn ein Glover-Turm vorhanden, in der Hauptſache durch denſelben weggenommen und ſonſt durch Zuſatz von Ammoniumſulfat bei dem Eindampfen unter Stickſtoffentwicklung entfernt. Faſt ganz reine Schwefelſäure läßt ſich durch Abkühlung konzentrierter engliſcher Schwefelſäure darſtellen, indem man das auskriſtalliſierende Monohydrat durch Abſchleudern von der Mutterſäure trennt. Völlig reine Schwefelſäure kann nur durch eine ſorgfältige fraktionierte Deſtillation gewonnen werden.

2. Kontaktverfahren.

Dieſes Verfahren, deſſen Grundzüge bereits in einer Erfindung aus dem Jahre 1831 enthalten ſind [4], gründet ſich auf die Tatſache, daß eine Miſchung von ſchwefliger Säure und überſchüſſigem Sauerſtoff (Luft) ſich bei ſchwacher Glut zu Schwefeltrioxyd verbindet, wenn ſie gleichzeitig in Berührung mit Platin oder (weniger gut) mit Eiſenoxyd oder andern „Kontaktſubſtanzen“ iſt. Hierbei wird Wärme frei. Waſſerdampf muß ferngehalten werden. Bei ſtarker Glut findet die Umkehrung des Vorganges ſtatt: Zerſetzung in ſchweflige Säure und Sauerſtoff.

Das Kontaktverfahren wird ſeit etwa 1885 beſonders in Deutſchland ausgebildet und im Großbetrieb verwertet. Anfangs diente es nur zur Herſtellung von Schwefeltrioxyd, ſpäter auch zu Oleum und iſt neuerdings ſelbſt für Schwefelſäure bis 66° Bé herunter vorteilhaft. — Man verwendet die aus Röſtöfen kommende ſchweflige Säure, indem man ſie mit der Luftpumpe unter Beimengen von überſchüſſiger Luft zwiſchen der Kontaktſubſtanz hindurchdrückt. Iſt die letztere Platin, d. h. platinierter Aſbeſt, dann befindet ſich dieſer in einer Anzahl Röhren; er wirkt bei 400—500°. Iſt aber die Kontaktſubſtanz Eiſenoxyd, dann füllt dieſes in Geſtalt von Schwefelkiesabbränden einen Schachtofen; hierbei ſind über 600° erforderlich; es muß jedoch wiederum ein Platinkontakt folgen, da ſonſt die Umwandlung unvollſtändig. Auch Platin auf Schwefelkiesabbrand wird empfohlen. Die heißen Schwefeltrioxyddämpfe ſtreichen nun durch Kühlröhren und ſteigen darauf — falls Schwefelſäure gewonnen werden ſoll — in einem Rieſelturm herabtropfender verdünnter Schwefelſäure entgegen, mit welcher ſie konzentrierte Schwefelſäure bilden. Näheres ſ. in [2] und [5].

Verwendung. In konzentriertem Zuſtande zur Darſtellung der Nitroverbindungen, zur Affinierung des Golds und Silbers, zur Reinigung des Rüböls, Benzols, Petroleums, als Trockenmittel; in mehr oder weniger verdünntem Zuſtande in der Sodainduſtrie zur Darſtellung des Natriumſulfats und der Salzſäure, zum Aufſchließen der Phosphate für Düngerzwecke, zur Darſtellung der Salpeterſäure, Flußſäure und andrer Säuren, zur Herſtellung von Sulfaten, zur Fabrikation des Stärkezuckers, zur Füllung der Akkumulatoren u. ſ. w. — Als Nebenprodukt der Schwefelſäurefabrikation wäre die Verarbeitung der abgeröſteten kupferhaltigen Kieſe, beſonders der aus Rio tinto, auf Kupfer zu erwähnen; das Kupfer wird durch chlorierende Röſtung in waſſerlösliche Form gebracht und aus der Löſung durch Eiſen als Zementkupfer ausgefällt.

Literatur: [1] Dammer, Handbuch der chemiſchen Technologie, Stuttgart 1895, Bd. 1, S. 125. — [2] Lunge, Handbuch der Sodainduſtrie, 3. Aufl., Braunſchweig 1903, Bd. 1, S. 710 und 918. — [3] Zeitſchr. f. angew. Chemie, 1897, S. 483. — [4] Ebend. 1905, S. 1902. — [5] Oſt, Lehrbuch der chemiſchen Technologie, 6. Aufl., Hannover 1907, S. 65. *(Rathgen) Moye.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

GHP: 03 M24136

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

P
03

LUEGER

LEXIKON
DER
GESAMTEN
TECHNIK

VII

Papierfärberei
bis
Schwefelsäure

M
24 136

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN