UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1909]

S

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

Visual Library

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

(f. 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

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.

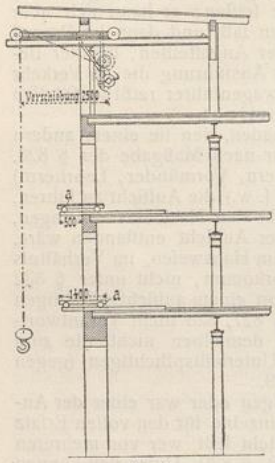


Fig. 2.

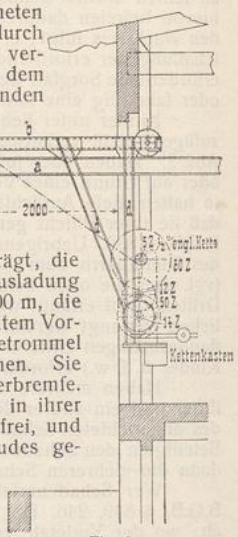


Fig. 1.

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.

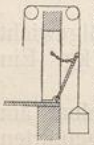


Fig. 3.

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].

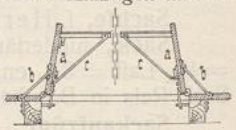
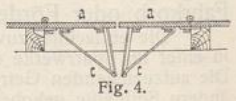



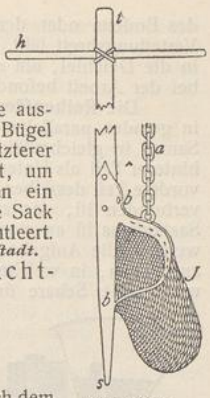
Fig. 4.

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.

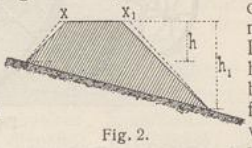


Fig. 2.

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

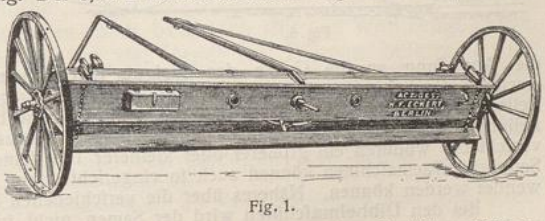


Fig. 1.

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

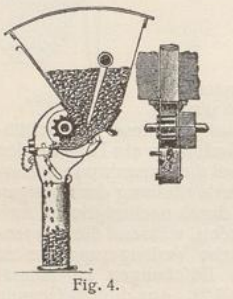


Fig. 4.

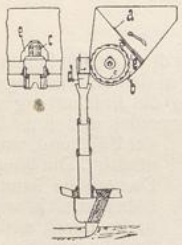


Fig. 3.

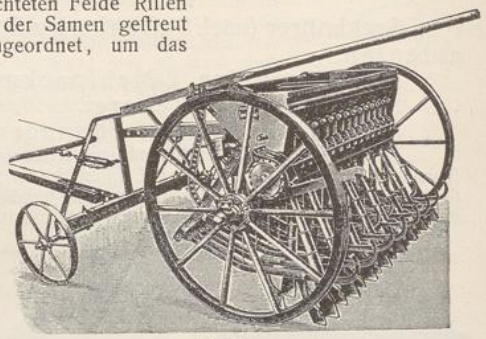


Fig. 2.

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

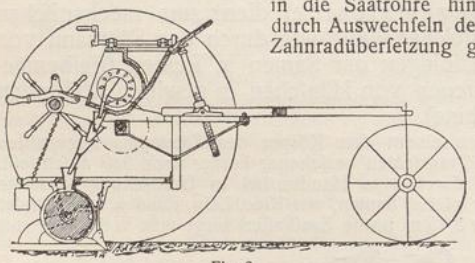


Fig. 6.

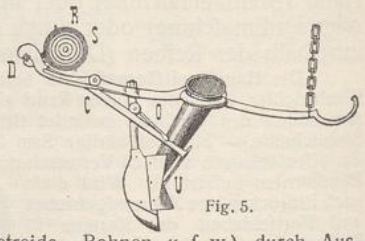


Fig. 5.

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.*

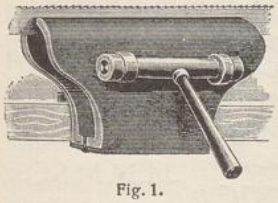


Fig. 1.

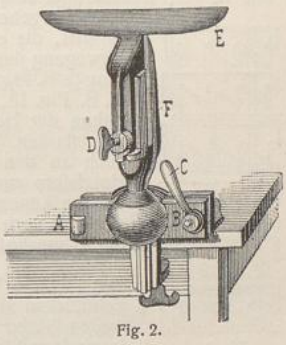


Fig. 2.

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.

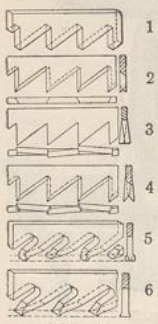


Fig. 1—6.

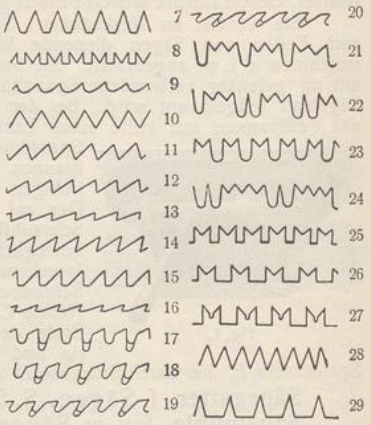


Fig. 7—19. Fig. 20—29.

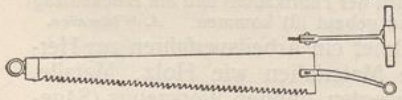


Fig. 30.

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;

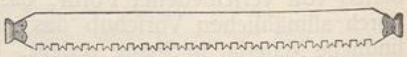


Fig. 32.

Fig. 33.

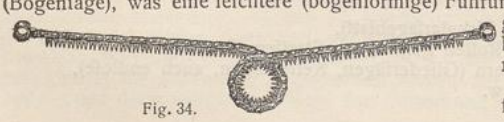


Fig. 34.

b) mit Sägblättern, die aus Gliedern beſtehen: Fig. 33 Gliederſäge, zum Fällen von

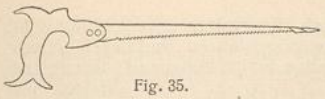


Fig. 35.

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-

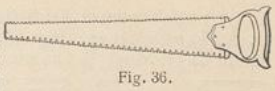


Fig. 36.

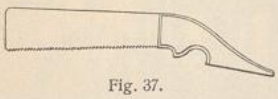


Fig. 37.

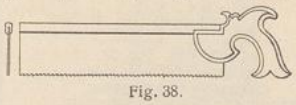


Fig. 38.

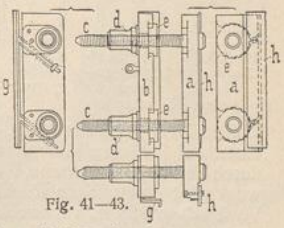


Fig. 41—43.

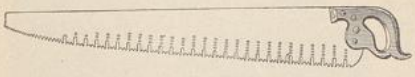


Fig. 39.

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).

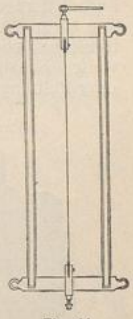


Fig. 44.

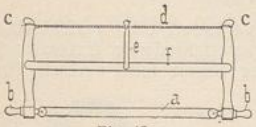


Fig. 45.

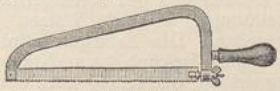


Fig. 46.

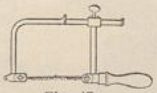


Fig. 47.

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.

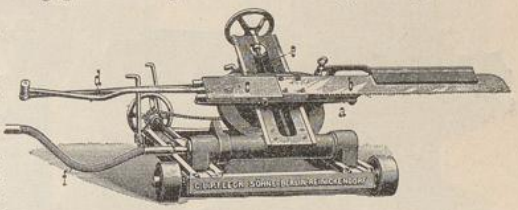


Fig. 48.

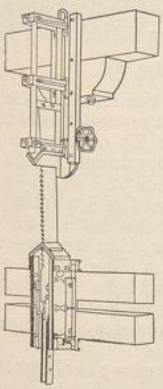


Fig. 49.

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

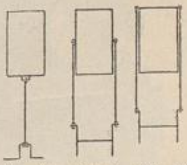


Fig. 50. Fig. 51. Fig. 52.

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;

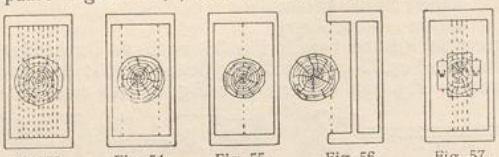


Fig. 53. Bund- oder Vollgatter. Fig. 54. Schwarten- oder Säumgatter. Fig. 55. Mittelgatter. Fig. 56. Seitengatter. Fig. 57. Trenn- oder Spaltgatter. *w w* (in Fig. 57) Führungswalze.

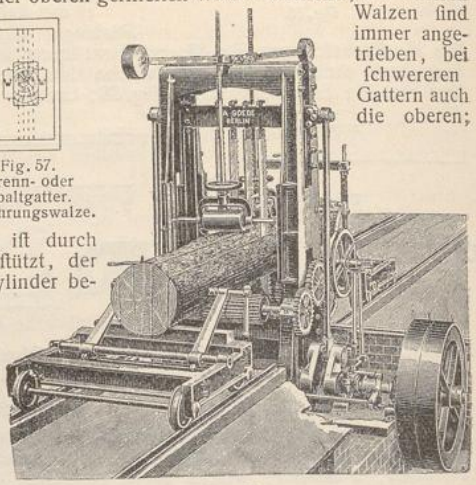


Fig. 58.

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.

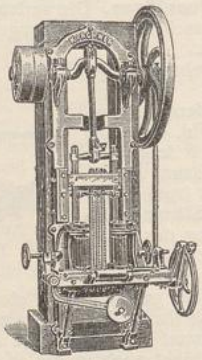


Fig. 61.

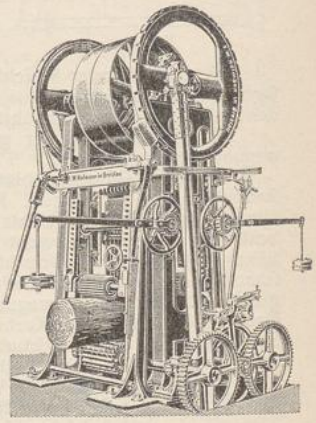


Fig. 60.

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.

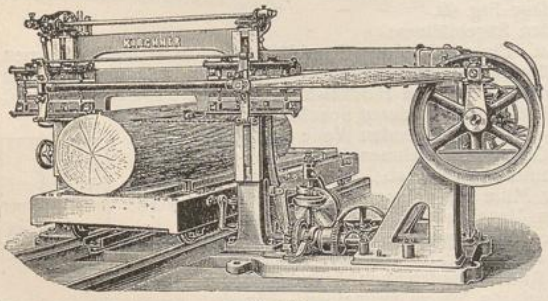


Fig. 62.

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-

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.

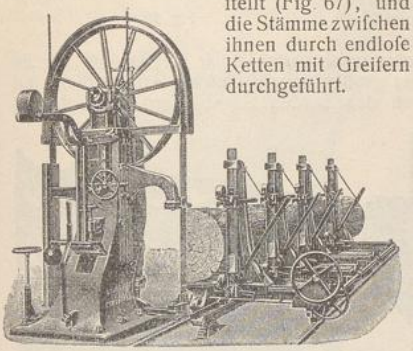


Fig. 65.

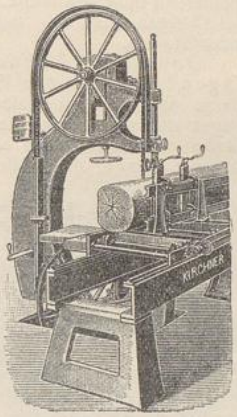


Fig. 64.

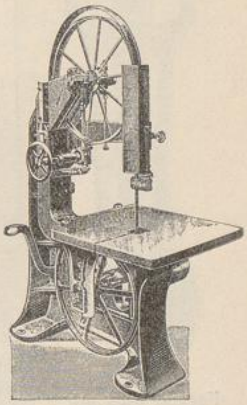


Fig. 63.

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].

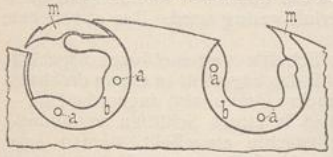


Fig. 68.

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.

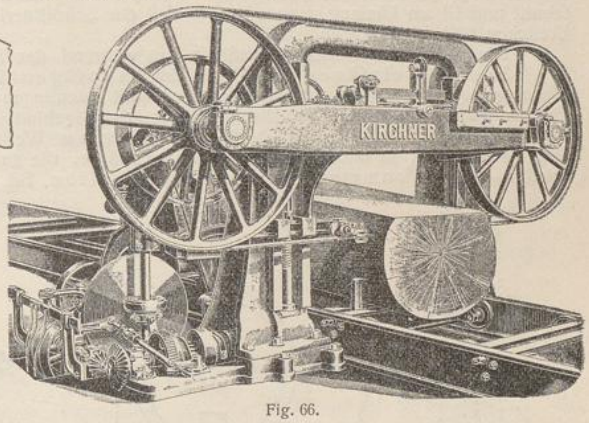


Fig. 66.

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

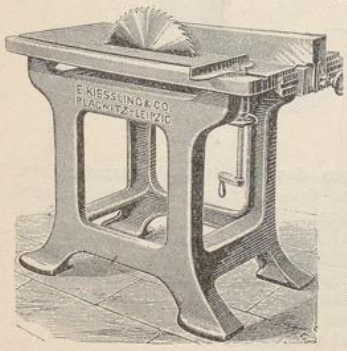


Fig. 69.

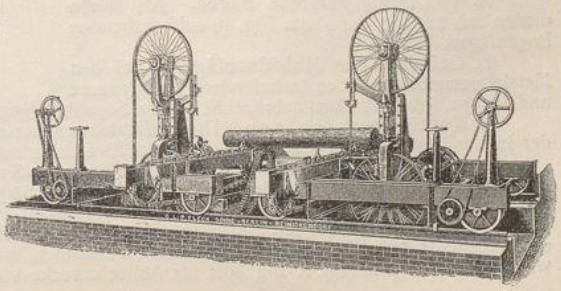


Fig. 67.

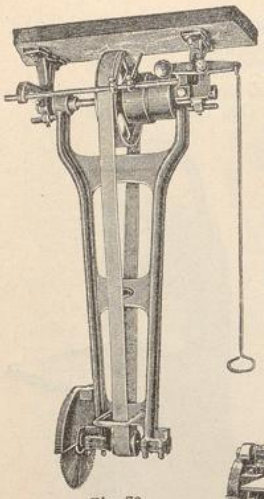


Fig. 73.

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.

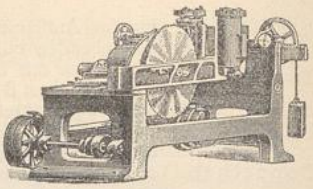


Fig. 70.

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.

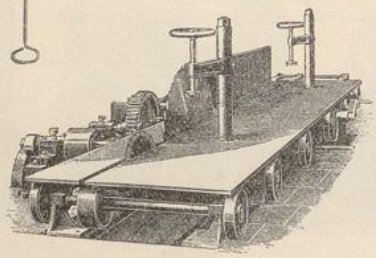


Fig. 71.

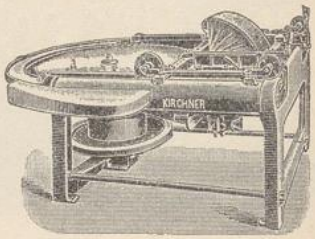


Fig. 72.

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.

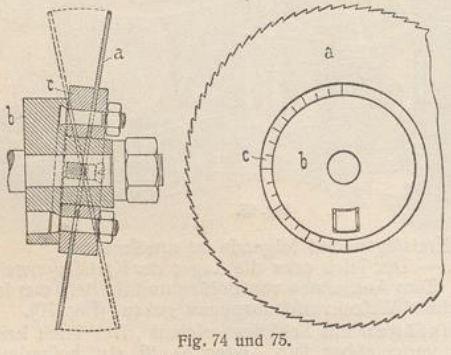


Fig. 74 und 75.

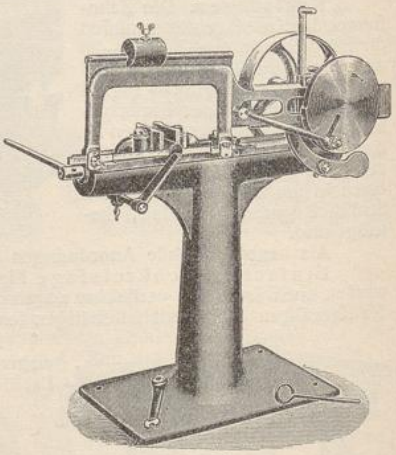


Fig. 76.

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.

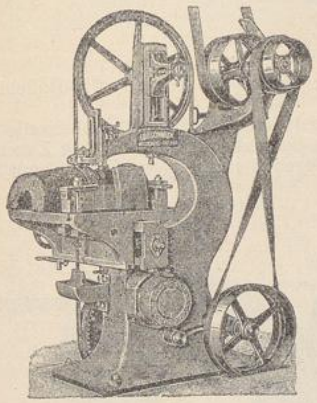


Fig. 77.

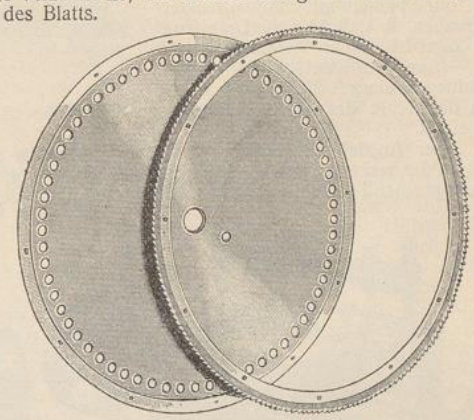


Fig. 79.

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

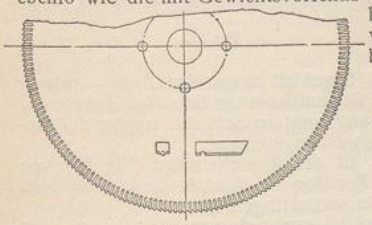


Fig. 78.

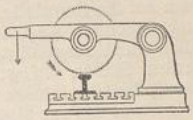


Fig. 80.

Fig. 81.

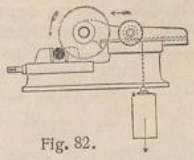


Fig. 82.

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

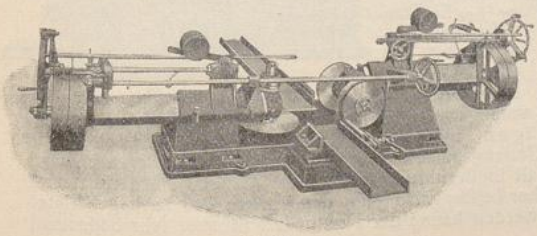


Fig. 84.

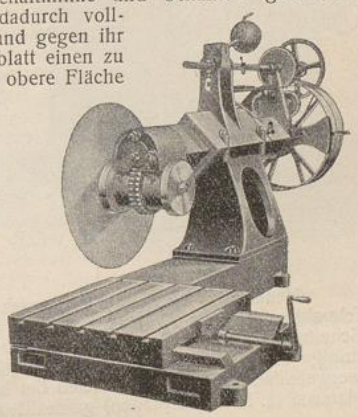


Fig. 83.

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.

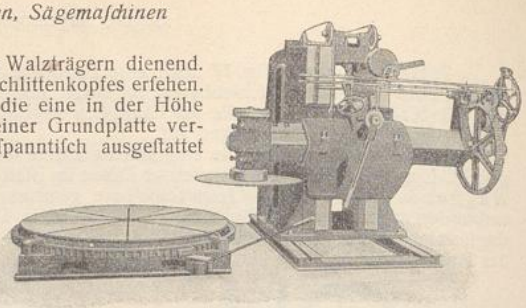


Fig. 85.

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).

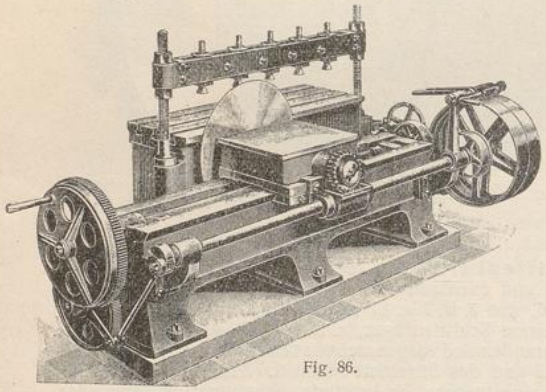


Fig. 86.

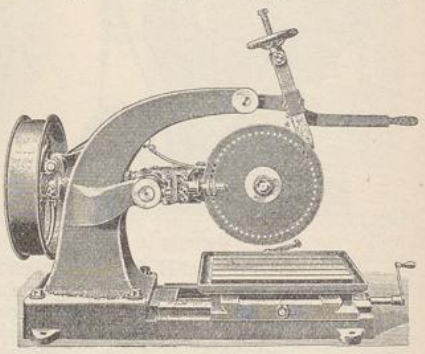


Fig. 87.

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.

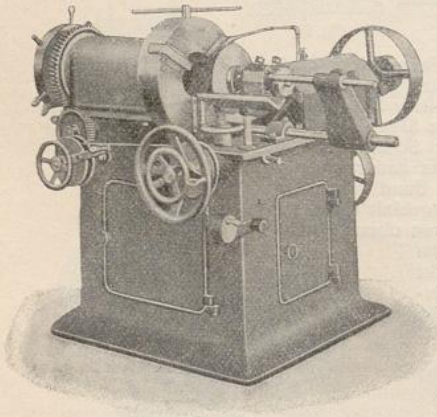


Fig. 88.

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-

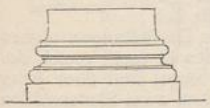


Fig. 1.

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.

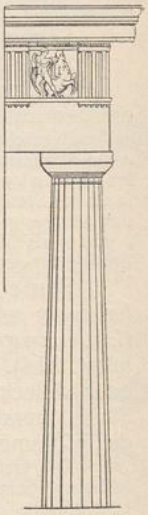


Fig. 1. Vom Parthenon zu Athen.

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 = $5\frac{1}{2}$—6 Durchmesser (Fig. 1). Ueber das zugehörige Kapitäl s. Bd. 5, S. 374. Die Säulenweite, anfänglich nur $1\frac{1}{2}$ untere Durchmesser, steigt auf 2—$2\frac{1}{2}$ 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].

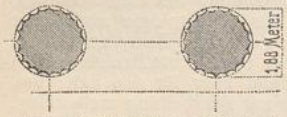


Fig. 2. Durchschnitt der dorischen Säulen.

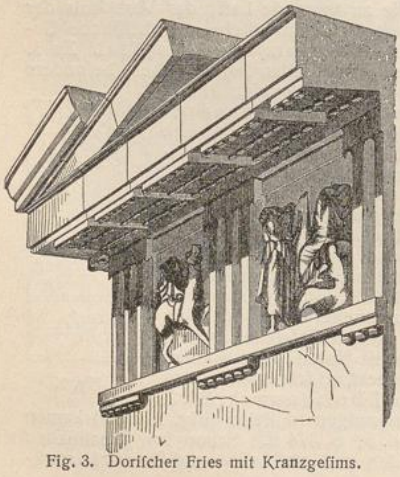


Fig. 3. Dorischer Fries mit Kranzgesims.

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 Unterseite 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].

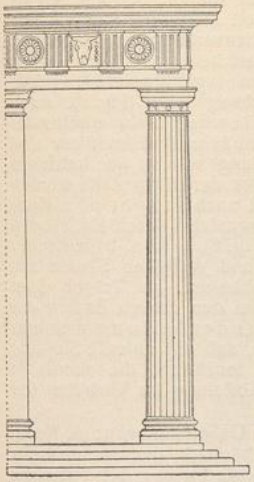


Fig 4. Dorische Ordnung von A. Palladio.

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

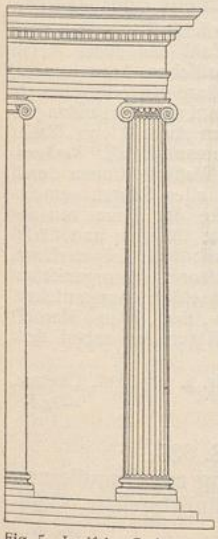


Fig. 5. Ionische Ordnung nach Vignola.

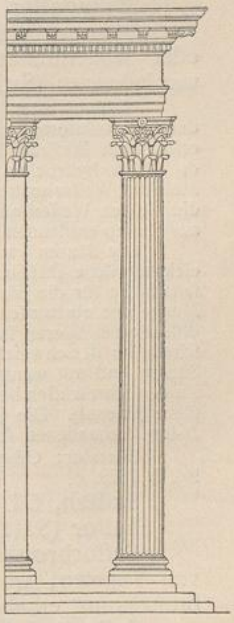


Fig. 7. Korinthische Ordnung.

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.

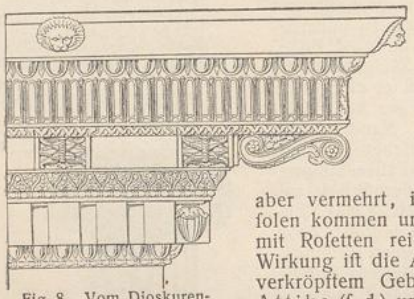


Fig. 8. Vom Dioskurentempel in Rom.

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 Waſſerſtofffſchwefelverbindungen (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.

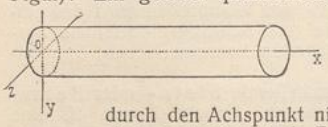
Der Vorgang des Saigerns (Saigerung) tritt während des Erſtarrens der im flüſſigen Zuſtand gleichmäßig zuſammengeſetzten Legierung ein. Die Saigerſtellen treten bisweilen durch

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.*

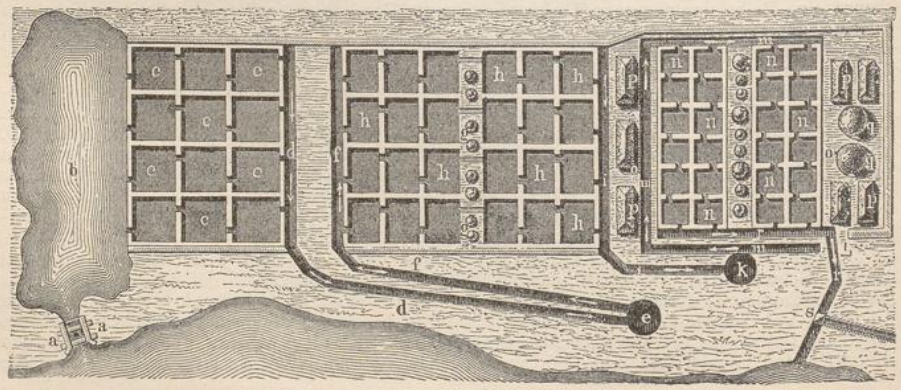
Saltitze, ſ. Senkfaſchine.

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 Woulfffchen 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

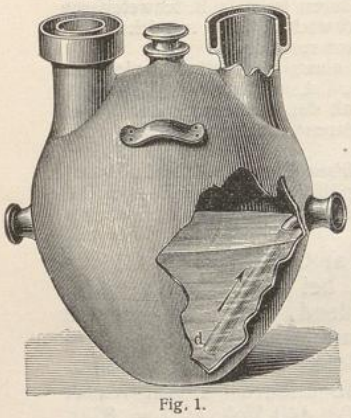


Fig. 1.

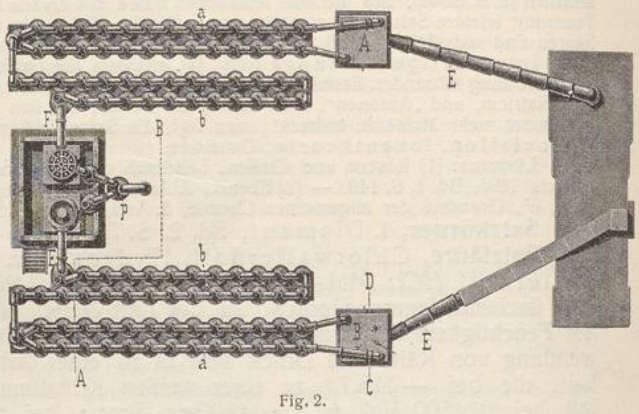


Fig. 2.

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:

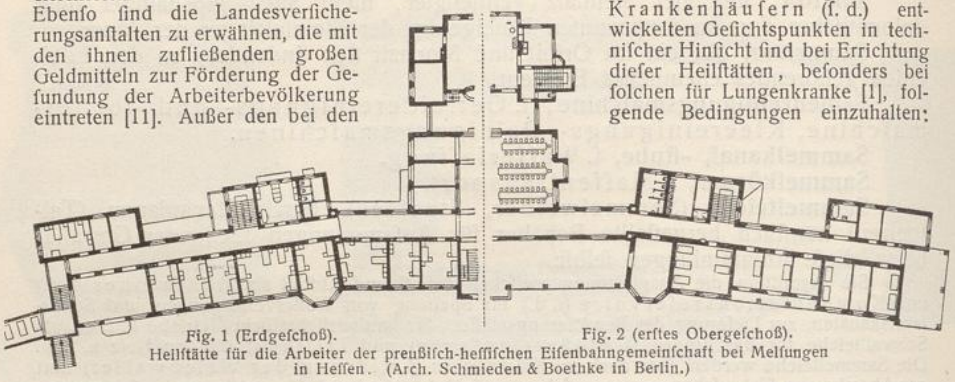


Fig. 1 (Erdgeschoß). Fig. 2 (erstes Obergeschoß).
Heilstätte für die Arbeiter der preußisch-hessischen Eisenbahngemeinschaft bei Melsungen in Hessen. (Arch. Schmieden & Boethke in Berlin.)

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 feine leichteren, staubartigen Beimengungen durch das Wasser alle weggeführt wurden. Staub- und Flugsand, durch Wind aufgenommen

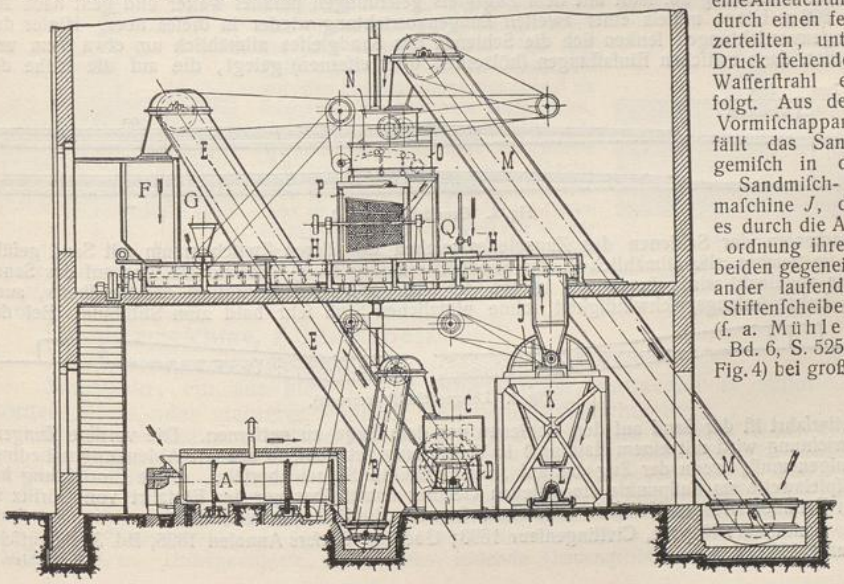
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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

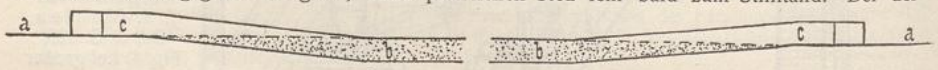


Fig. 3. Längenſchnitt (verzerrt).

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.

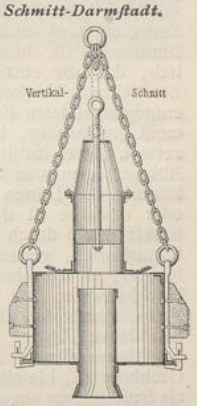
Sandkohle, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 289.

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.

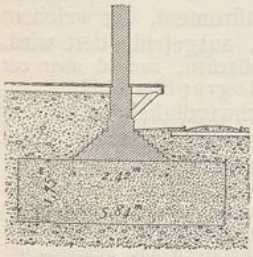


Fig. 1.

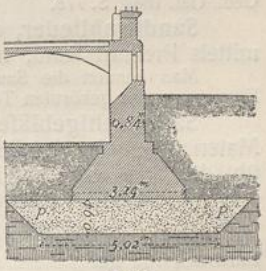


Fig. 2.

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. Um die beim Freiſtrahl läſtige Staubentwicklung auf einen geſchloſſenen Raum zu beſchränken,

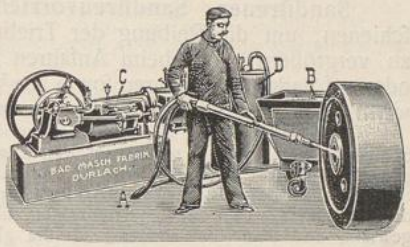


Fig. 1.

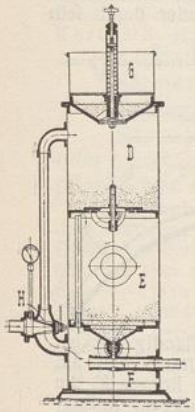


Fig. 2.

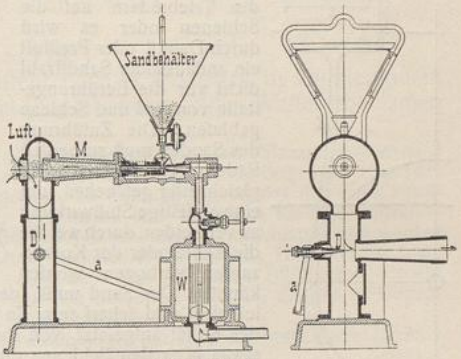


Fig 3 und 4.

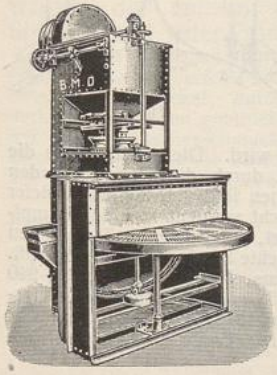


Fig. 5.

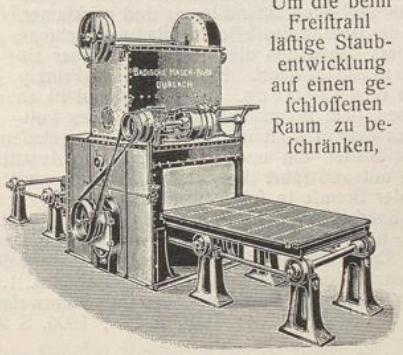


Fig. 6.

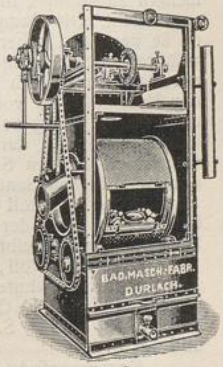


Fig. 7.

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 Luftbahns 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.

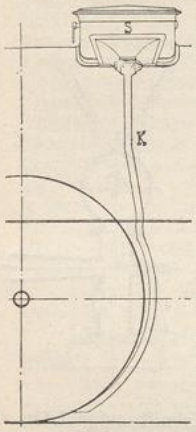


Fig. 3.

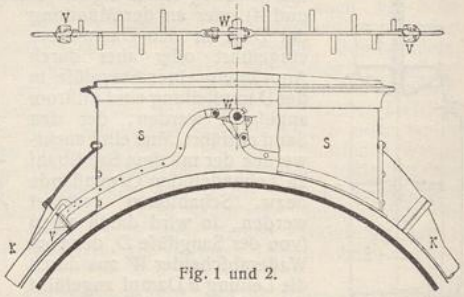


Fig. 1 und 2.

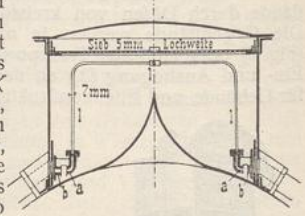


Fig. 4.

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.

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 (Saſſo, 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.*

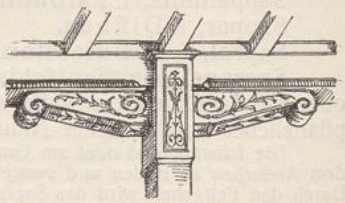
Satinieren (Satiniermaſchinen), das Glätten von Geweben, Papier u. dergl. in dem Maße, daß die Flächen der Stoffe Glanz zeigen; dazu benutzte Maſchinen heißen Satiniermaſchinen.

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, Faſergips 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.*

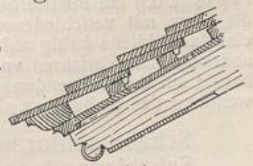
Saugheber, ſ. Pumpen, S. 284.

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 $1^1/_2$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).

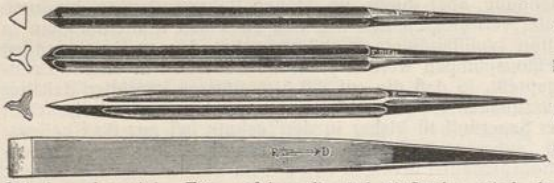


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

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*,

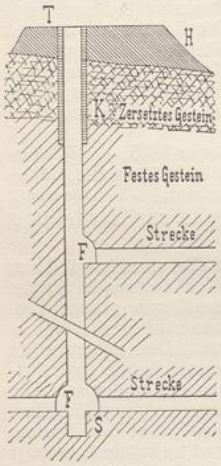


Fig. 1.

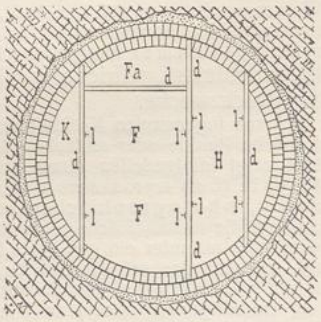


Fig. 3. Runder Schacht (Querſchnitt).

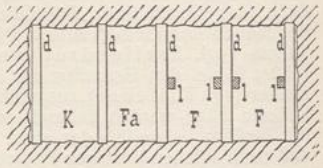


Fig. 2. Rechteckiger Schacht (Querſchnitt).

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 Schachtſtöße. 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-

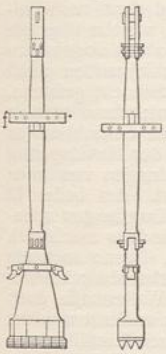


Fig. 1. Kleiner Bohrer. Fig. 1a.

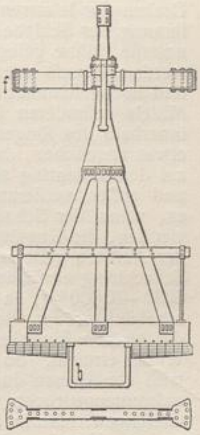


Fig. 2. Großer Bohrer.

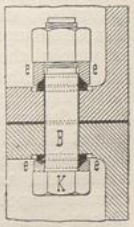


Fig. 3.

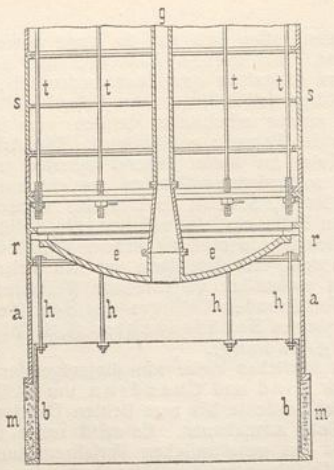


Fig. 4.

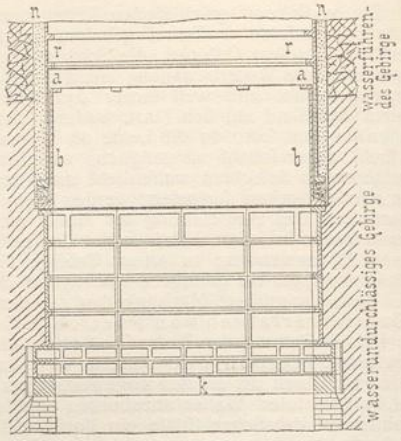


Fig. 4a.

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.

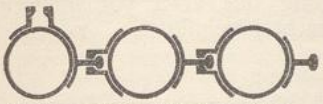


Fig. 5. Senkrecht-Anſtecken eiſerner Rohre nach Haaſe.

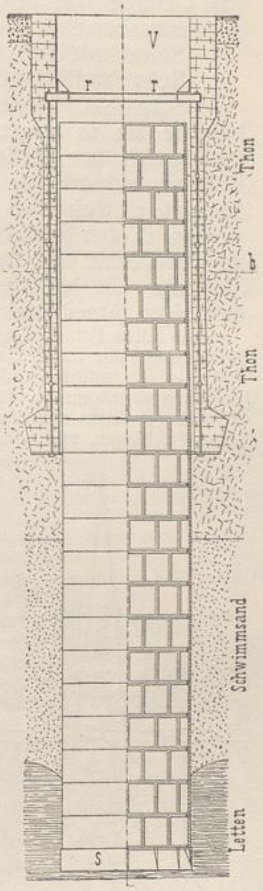


Fig. 6.

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,

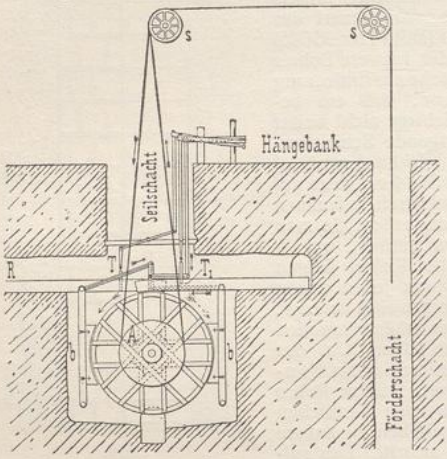


Fig. 2.

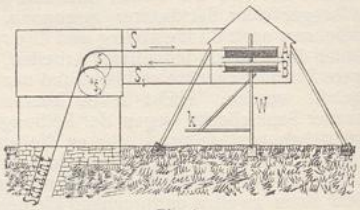


Fig. 1.

Fig. 1a.

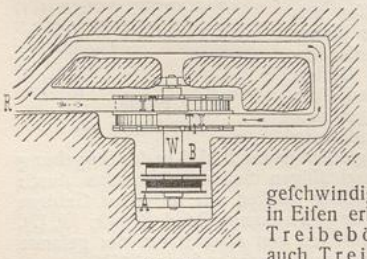


Fig. 2a.

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.

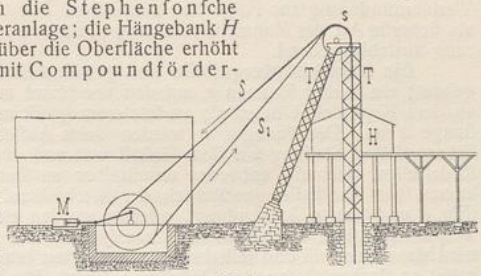


Fig. 3.

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.

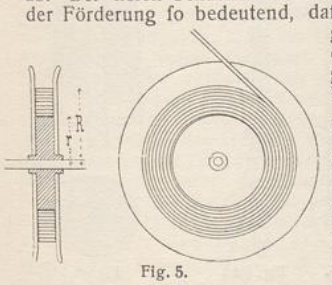


Fig. 5.

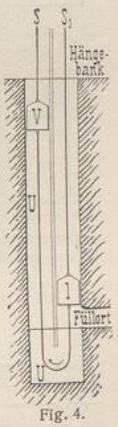


Fig. 4.

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-

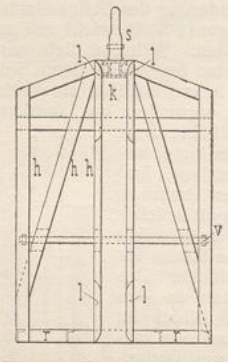


Fig. 6.

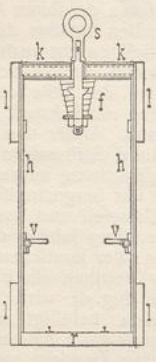


Fig. 6a.

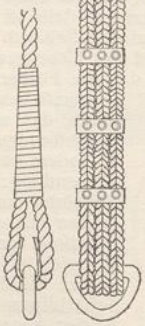


Fig. 7

Fig. 8.

Fig. 8a.

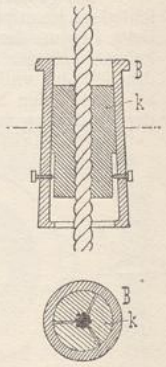


Fig. 9.

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 Kopffchienen, 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

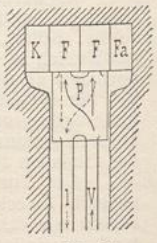


Fig. 10.

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.

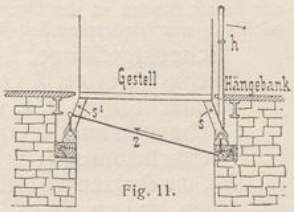


Fig. 11.

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 neueftcr 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. ſ. 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, ſ. Kraftübertragung im Bergbau, Bd. 5, S. 657.

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

Schachtgitter, ſ. v. w. Schachtverſchluß, ſ. Schachtförderung.

Schachtkranz, ſ. 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 aufſteigender 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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

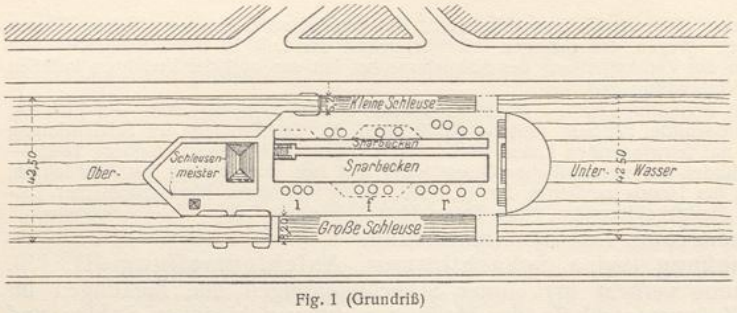


Fig. 1 (Grundriß)

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]

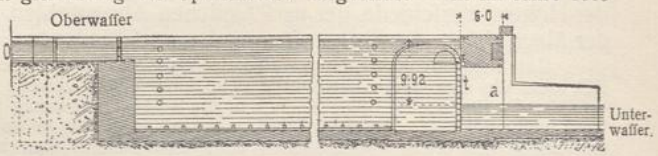


Fig. 2 (Längsſchnitt).

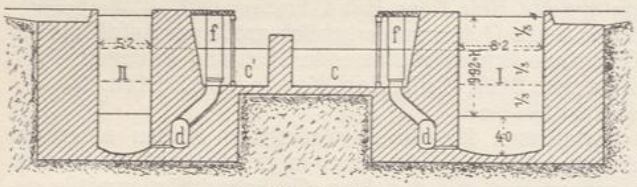


Fig. 3 (Querſchnitt).

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.

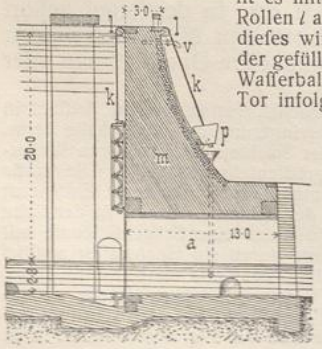


Fig. 4.

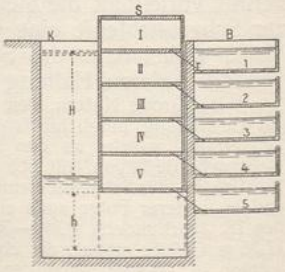


Fig. 5.

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

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.

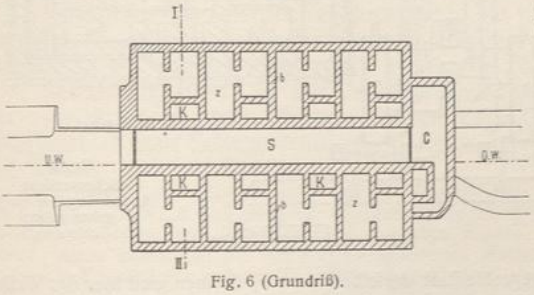


Fig. 6 (Grundriß).

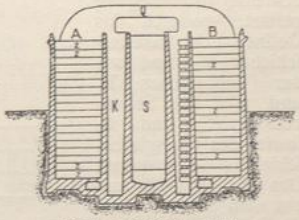


Fig. 7 (Querſchnitt I—II).

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

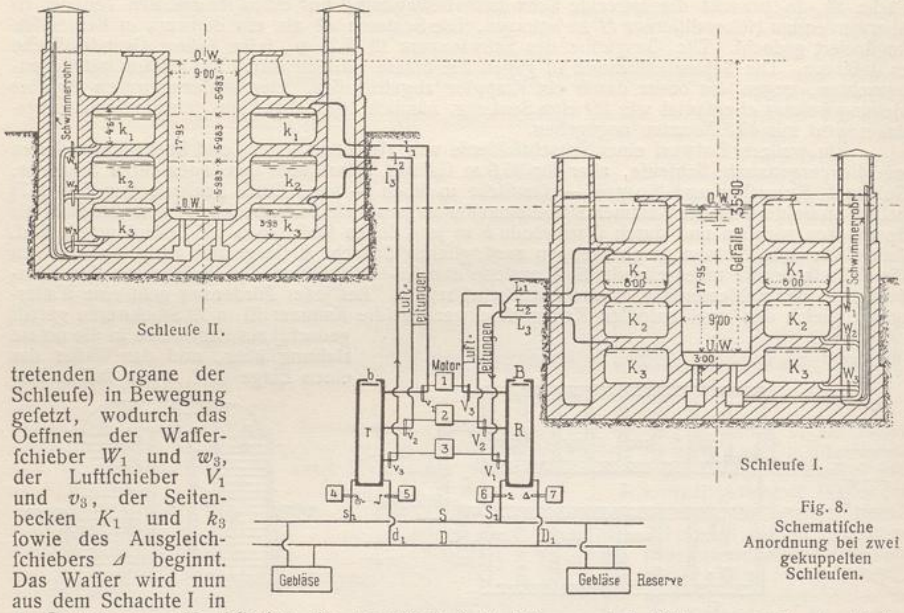


Fig. 8.
Schematiſche Anordnung bei zwei gekuppelten Schleuſen.

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].

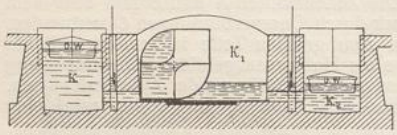


Fig. 9 (Querſchnitt).

Von den ſogenannten Verdrängerſchleuſen wäre noch das Projekt von Tentſchert-Czitſchek 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 Letteſchicht 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.

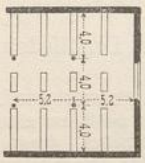


Fig. 1.

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].

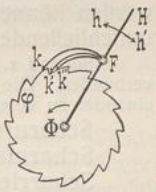


Fig. 1.

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.

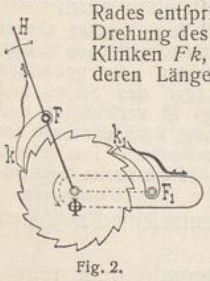


Fig. 2.

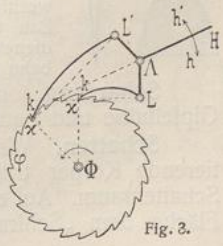


Fig. 3.

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,

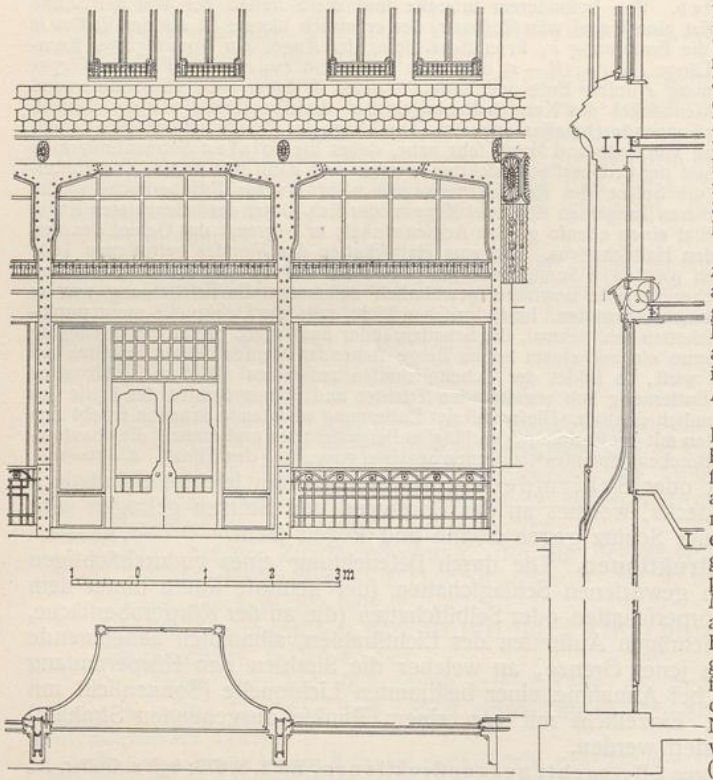


Fig. 1. München, Bayerſtraße 43 (Entwurf von Prof. M. Dülfer, München).

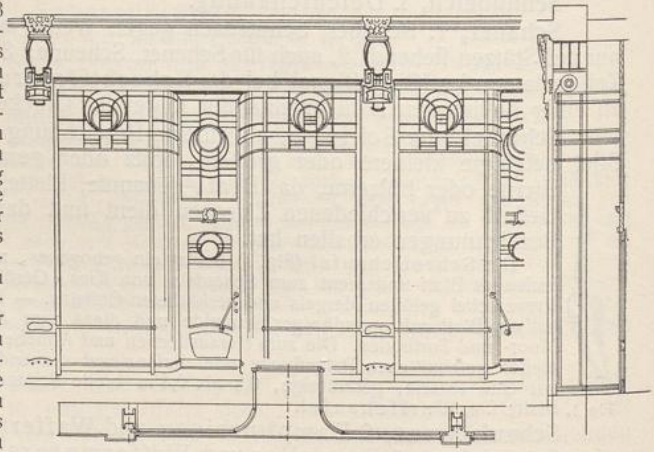


Fig. 2. Cöln a. Rh., Habsburgerring 12 (Entwurf von Arch. M. Rottländer, Cöln-Lindenthal).

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

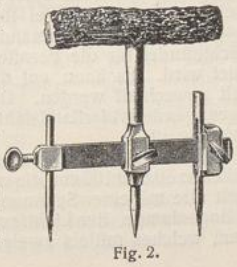


Fig. 2.

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 $\alpha = \beta - i$).

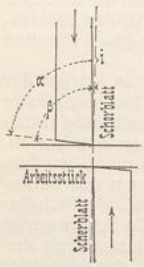


Fig. 1.

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.

Fig. 6.

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

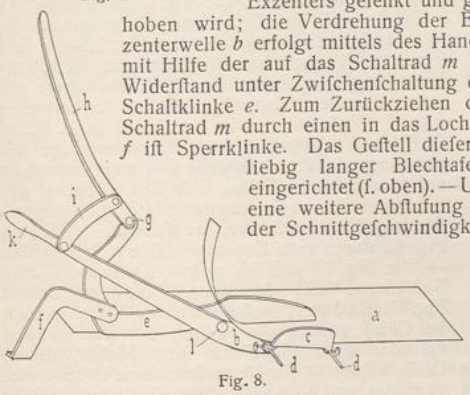


Fig. 8.

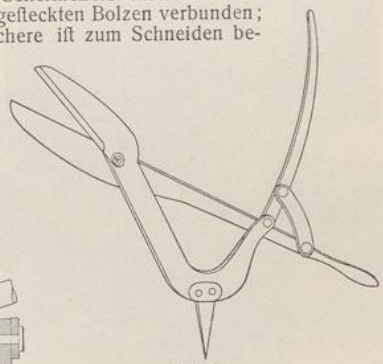


Fig. 7.

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

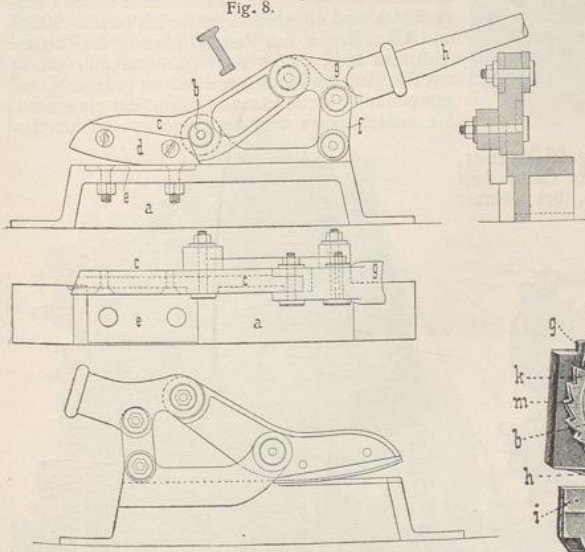


Fig. 9.

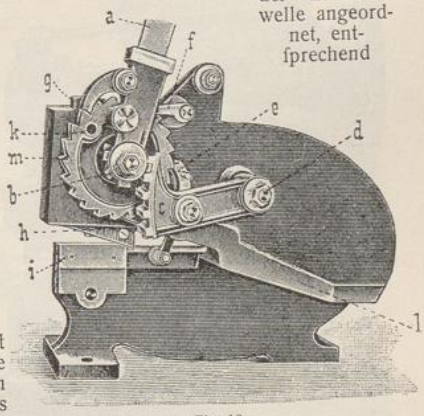


Fig. 10.

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

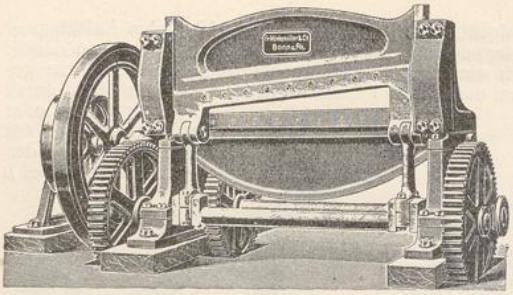


Fig. 12.

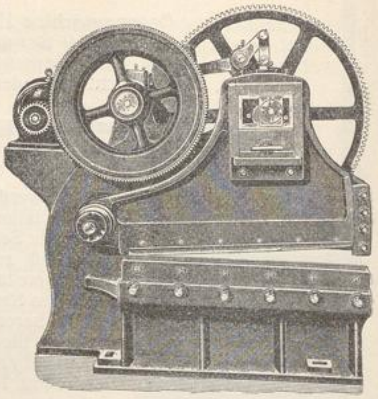


Fig. 11.

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

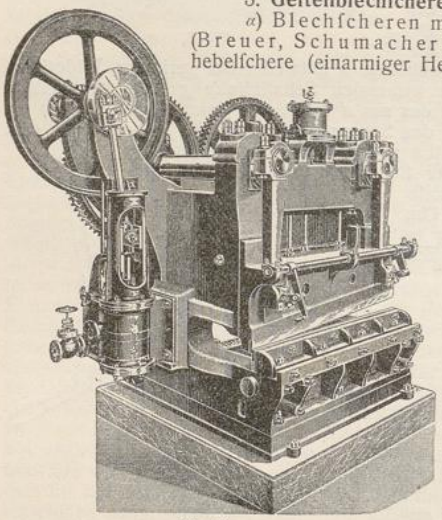


Fig. 14.

hydrauliſche Blechniederhalter. Fig. 16 (Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) ſtellt eine hydrauliſche Blechſchere dar, bei welcher

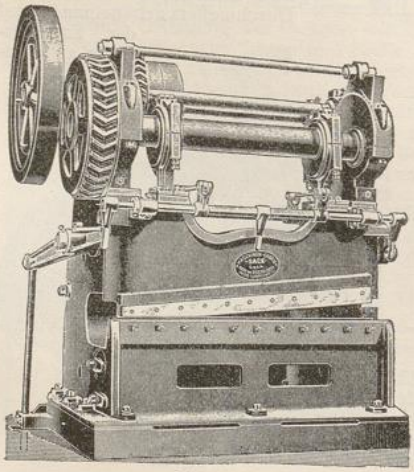


Fig. 13.

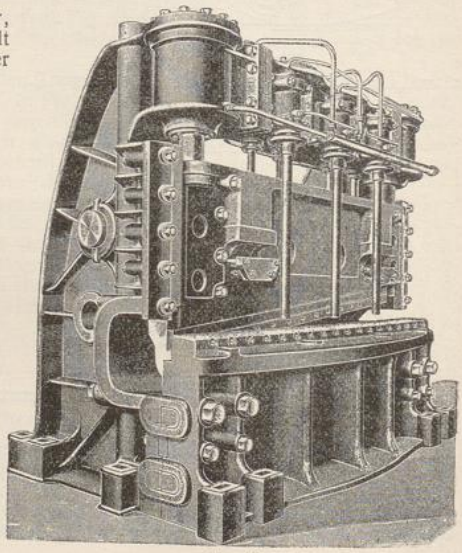


Fig. 15.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

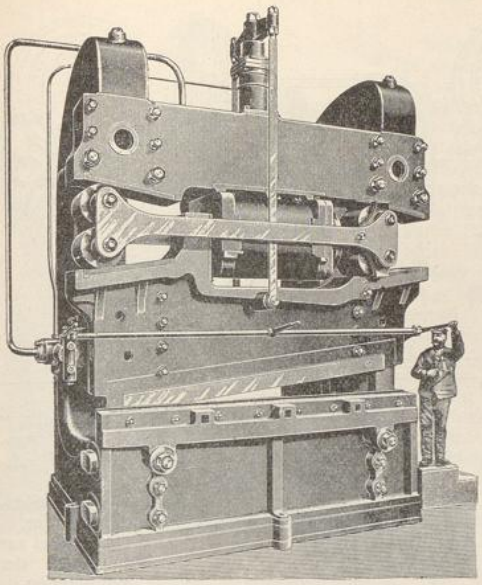


Fig. 16.

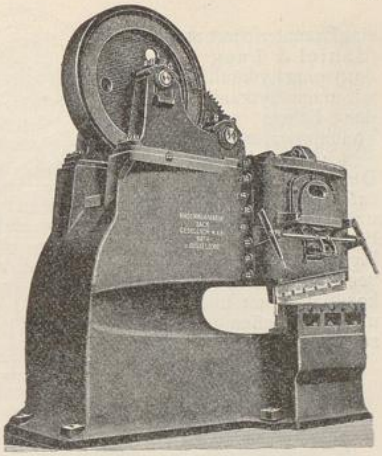


Fig. 18.

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.

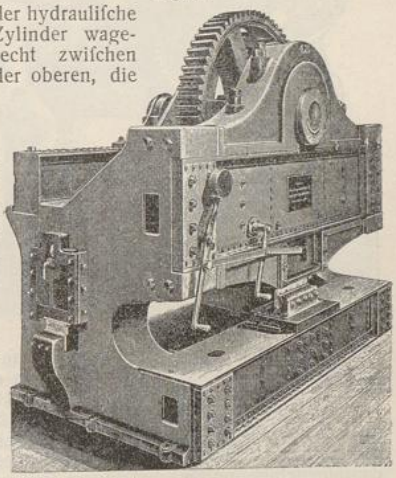


Fig. 19.

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)

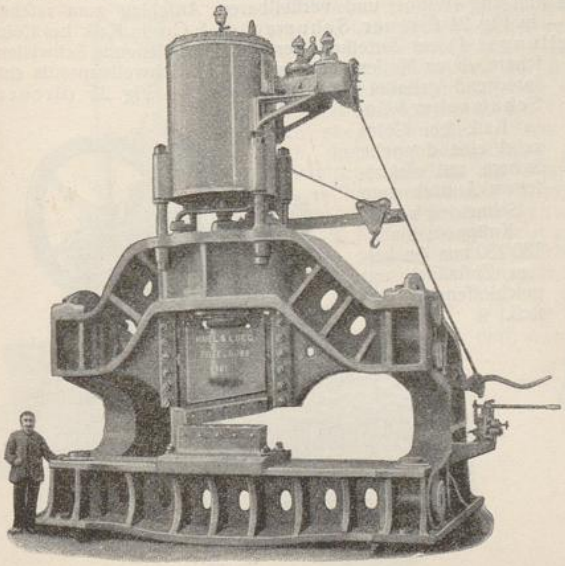


Fig. 20.

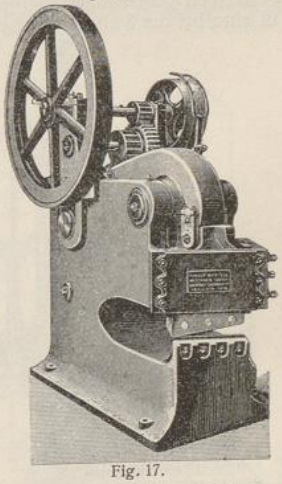


Fig. 17.

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.

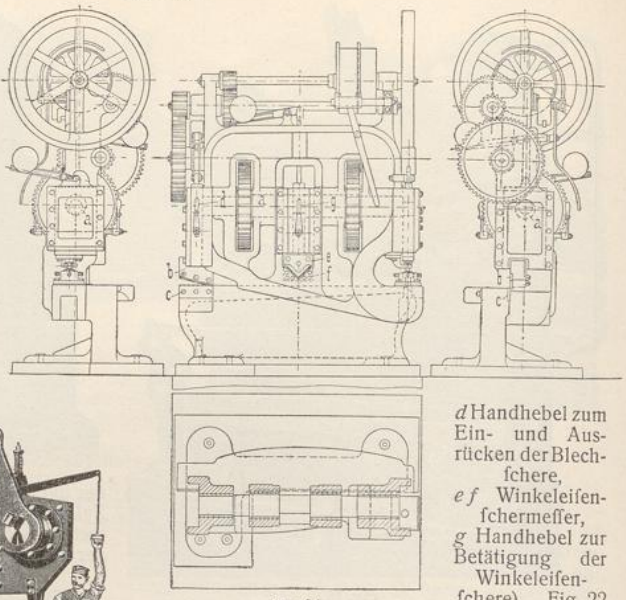


Fig. 21.

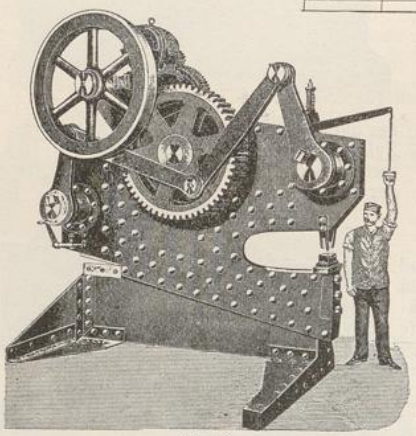


Fig. 22.

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.

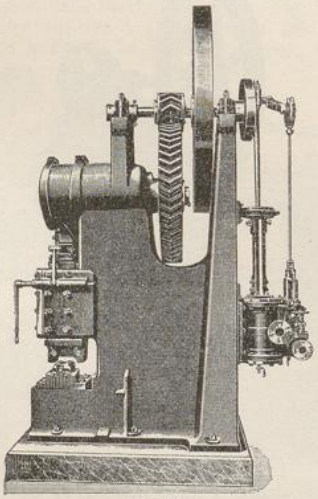


Fig. 24.

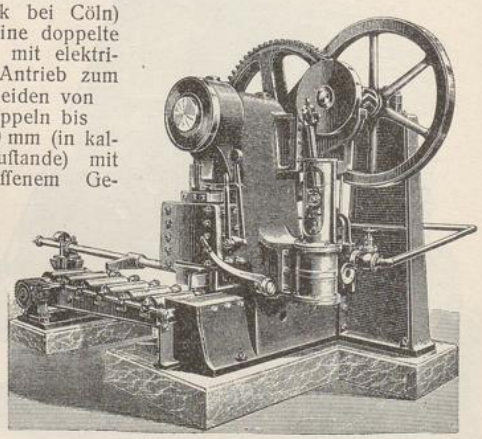


Fig. 23.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

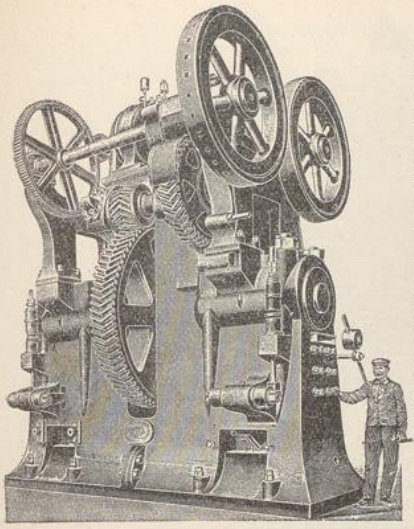


Fig. 25.

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.

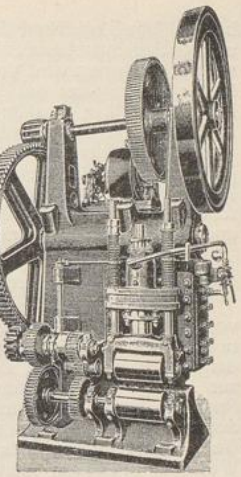


Fig. 26.

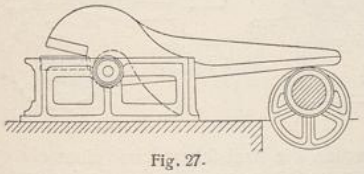


Fig. 27.

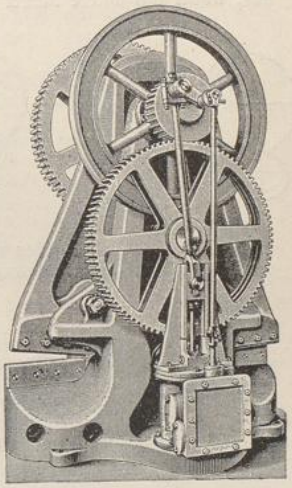


Fig. 28.

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

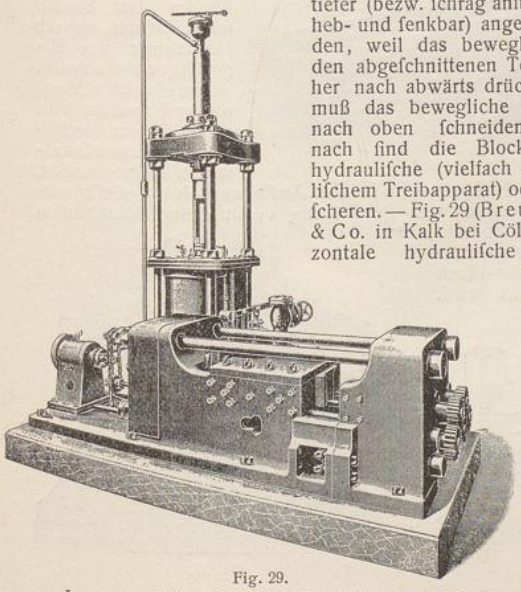


Fig. 29.

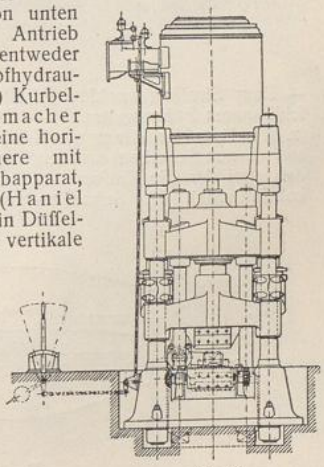


Fig. 30.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hydraulische Blockschere (DRP. Nr. 153053), deren unteres Scherblatt beim Schnitt durch Zugstangen nach oben bewegt wird und deren dampfhydraulischer Treibapparat auf der Schere angeordnet ist. Die größten Ausführungen dieser hydraulischen Blockscheren gestatten Blöcke bis zu 420/420 mm Querschnitt zu schneiden. Fig. 31 (Jünkerather Gewerkschaft, Jünkerath im Rheinl.) stellt eine elektrisch betriebene Blockschere mit Kurbelantrieb für Blöcke 300/300 mm und Brammen 1000/150 mm Querschnitt dar.

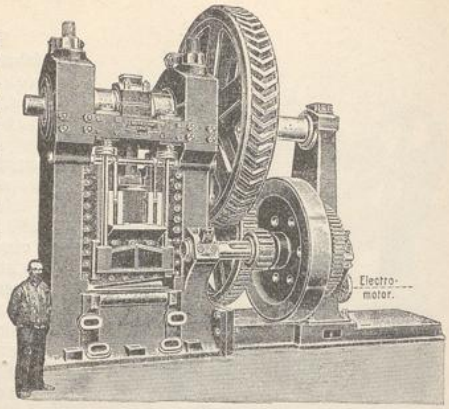


Fig. 31.

D. Kreisscheren (Rollen-, Zirkularscheren).

Diese dienen vorzugsweise zum Schneiden von Blechtafeln. Die üblichste Anordnung ist die in den Fig. 32 und 33 (L. Schuler in Göppingen) dargestellte, wobei zum Befäumen von Blechen zur Auflage und Führung der Blechtafeln in Prismen gleitende Führungstische oder auf Schienen fahrende Wagen vor der Schere angeordnet werden. Die Kreisscheren werden z. B. von Bechem & Keetmann in Duisburg zum Schneiden von bis zu 30 mm starkem Blech ausgeführt. Wendler in Breslau führt die Kreisscheren (D.R.P. Nr. 148409) zum Schneiden von Blechtafeln in unbegrenzter Länge und Breite in der Gestellanordnung nach Fig. 31 aus, wobei das untere Messer durch Gallsche Ketten angetrieben wird.

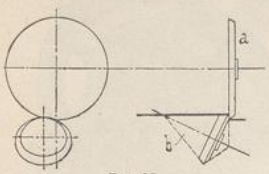


Fig. 35.

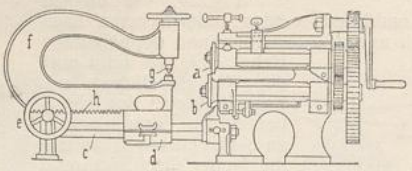


Fig. 34.

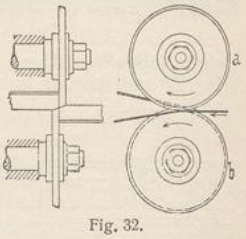


Fig. 32.

Für das Ausschneiden von Scheiben und Ringen werden die Kreisscheren mit einer- oder doppelarmigen Einspannvorrichtung für die Blechtafeln versehen, vgl. Fig. 34 (Kreisschere für Handbetrieb; *a b* Schermesser, *c* Führung für den Schlitten *d*, der den mittels Zahnstange *h* und Zahnrad *e* verschiebbaren Bügel *f* mit der Einspannvorrichtung *g* trägt). Soll der äußere Abschnitt des Blechs nicht verbogen werden, so sind die Messer nach Fig. 35 anzuordnen; der Halbmesser des zu schneidenden Kreises darf hierbei nicht kleiner als die Mantellinie des Kegels *b* gewählt werden.

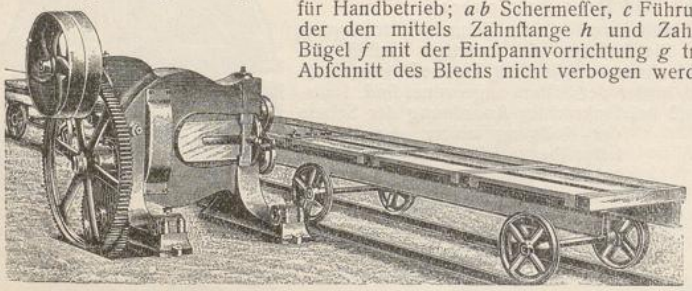


Fig. 33.

Zum Ausschneiden ovaler Scheiben wird die Einspannvorrichtung mit einem Ovalwerk (s. d.) verbunden. — Zum Streifenschneiden erhalten die Kreisscheren ein in der Ausladung des Gestells verschiebbares Führungslineal. — Für die Erzeugung von spiralförmig verlaufenden Schnittlinien (z. B. bei der Herstellung von Kupfer- und Messingdraht aus ebenen Scheiben) werden Kreisscheren angewendet, bei der die Einspannvorrichtung für das Blech kontinuierlich den Schneidmessern zugeführt wird.

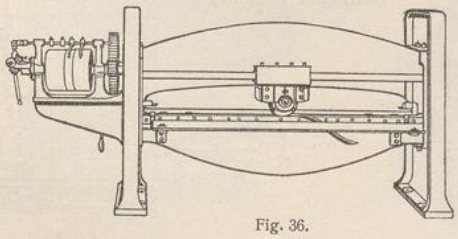


Fig. 36.

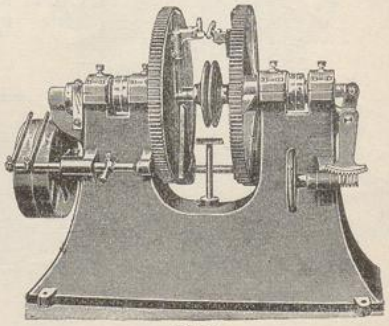


Fig. 37.

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.

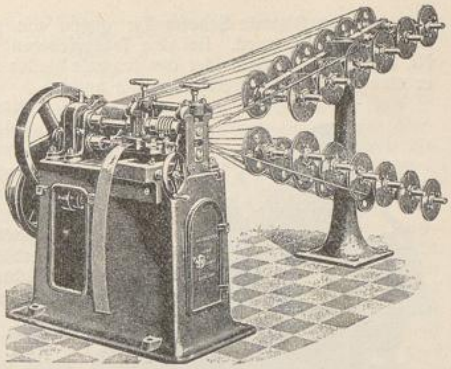


Fig. 38.

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.

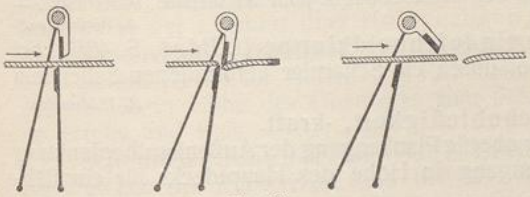


Fig. 39.

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,

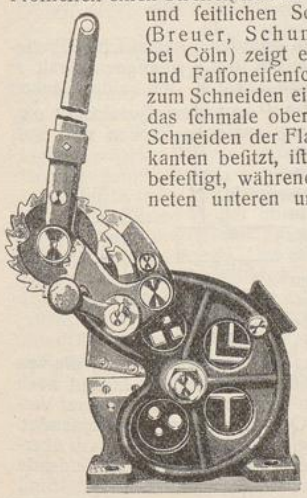


Fig. 41.

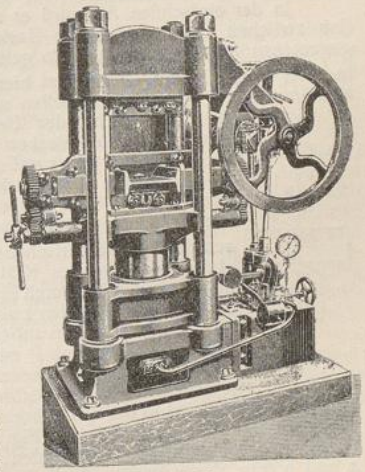


Fig. 42.

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.

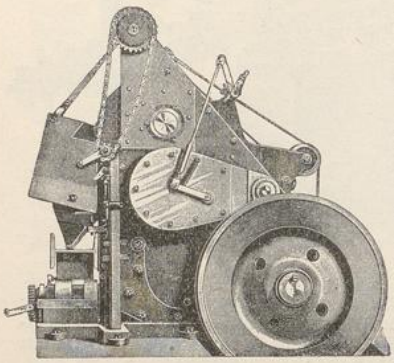


Fig. 43.

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 $\overline{o\,o_1}$ 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 $\overline{o\,o_1}$ 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 $o\,o_1$ 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

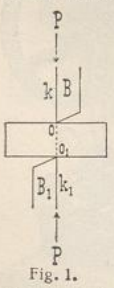


Fig. 1.

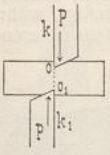


Fig. 2.

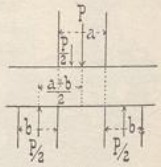


Fig. 3.

den mittleren Stabquerſchnitt unter Annahme gleichmäßiger Verteilung der Belaſtung über a und b und unter Vernachläſſigung der Reibungswiderſtände zu

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{a+b}{2} - \frac{P}{2}\frac{a}{4} = \frac{P}{4}\left(b + \frac{a}{2}\right).$$

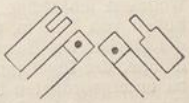
Bei genügend großem a und b reicht das Moment hin, den Stab in der Mitte zum Bruch zu bringen, bevor Abſcheren eintritt [1]. Man hat daher die Backen der doppelſchnittigen Vorrichtung möglichſt ſchmal zu machen, ſo zwar, daß die Breite gerade noch genügt, damit die Quetſchgrenze des Materials unter der 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.

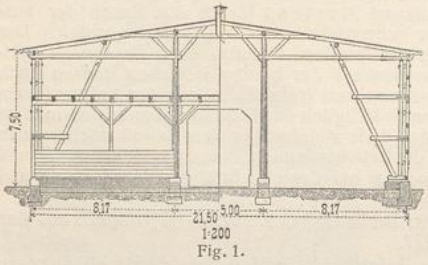


Fig. 1.

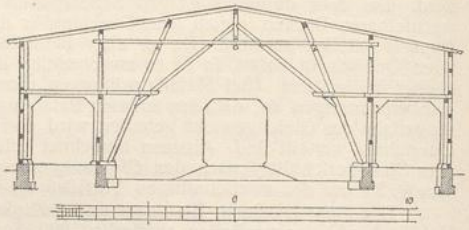


Fig. 2.

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

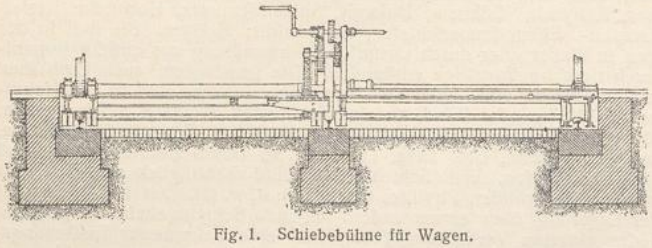


Fig. 1. Schiebebühne für Wagen.

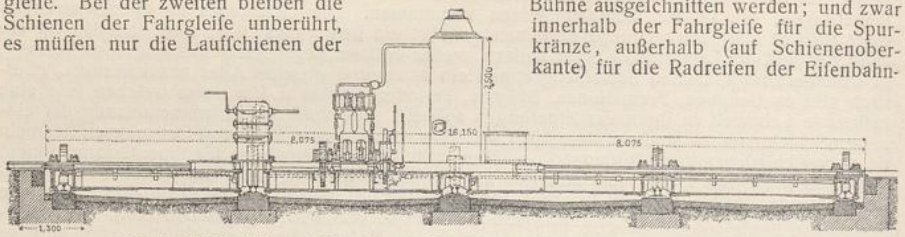


Fig. 2. Schiebebühne mit Hand- oder Dampfkraftbewegung für große Lokomotiven.

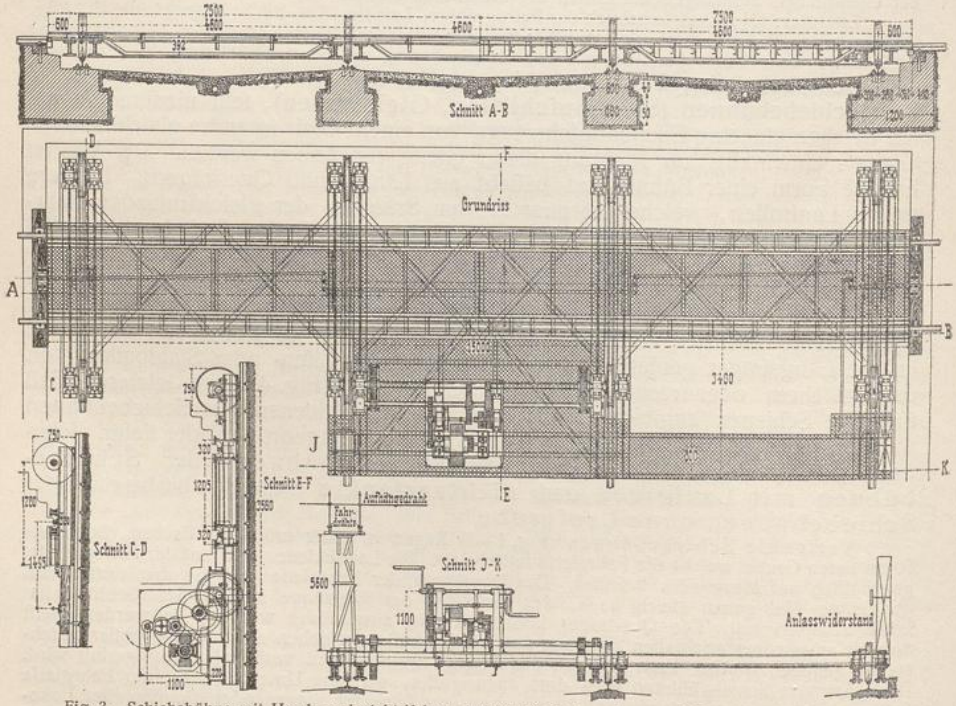


Fig. 3. Schiebebühne mit Hand- und elektriſchem Antrieb für Lokomotiven auf Bahnhof Friedrichshafen. (Maſchinenfabrik Eßlingen.) Maßſtab 1 : 120.

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.

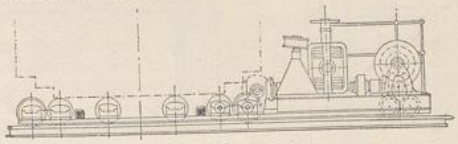


Fig. 4 (Querschnitt).

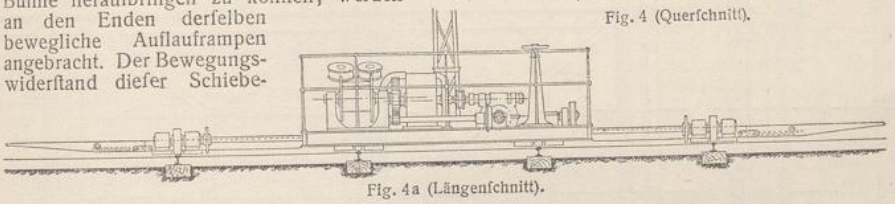


Fig. 4a (Längenschnitt).

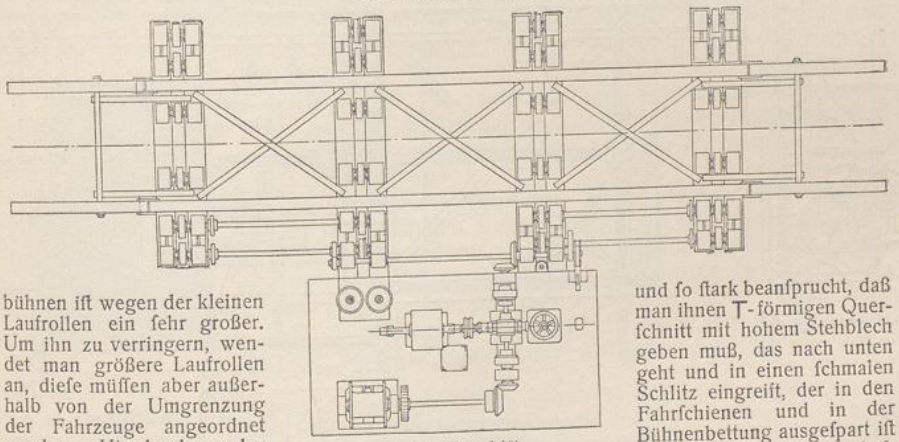


Fig. 4b (Grundriß).

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

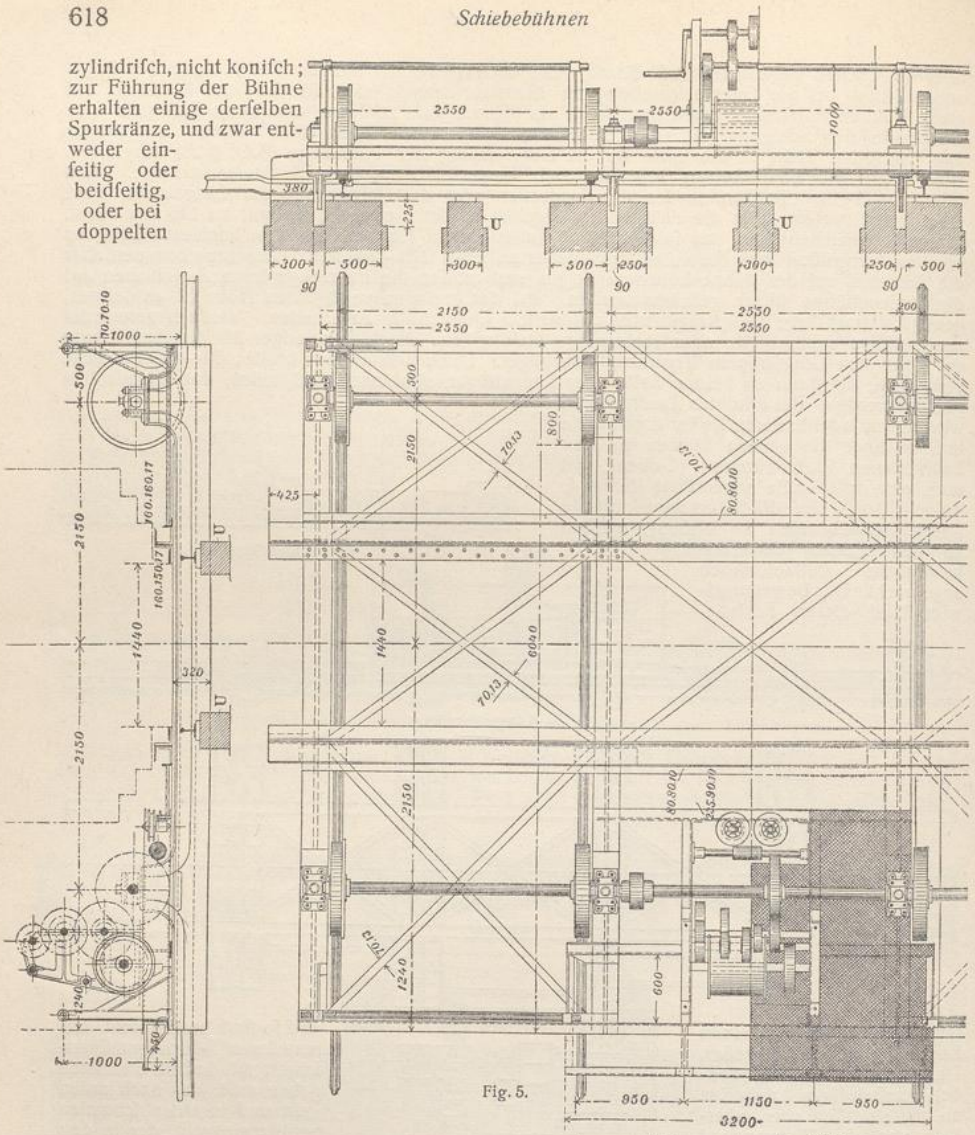


Fig. 5.

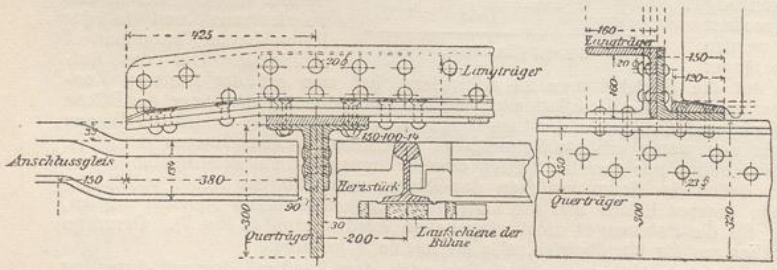


Fig. 6.

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

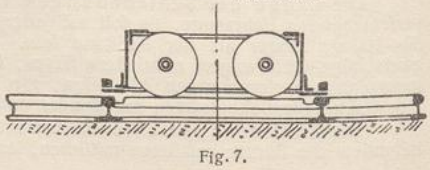


Fig. 7.

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:

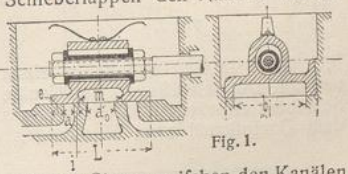


Fig. 1.

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.

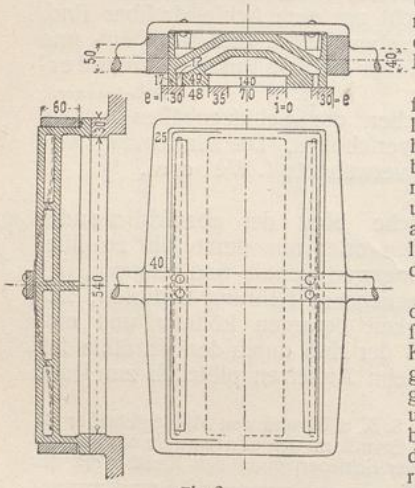


Fig. 2.

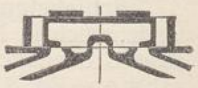


Fig. 3.

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

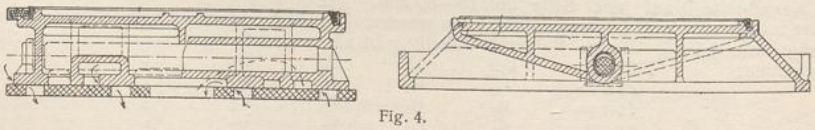


Fig. 4.

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.

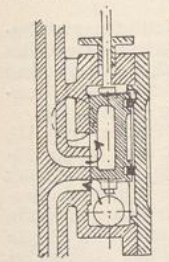


Fig. 6.

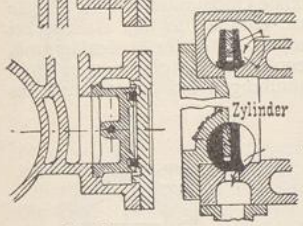


Fig. 5.

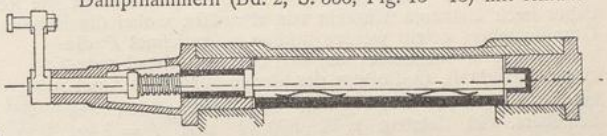


Fig. 7.

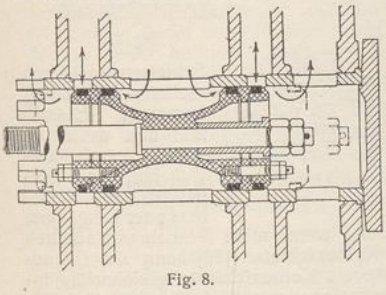


Fig. 8.

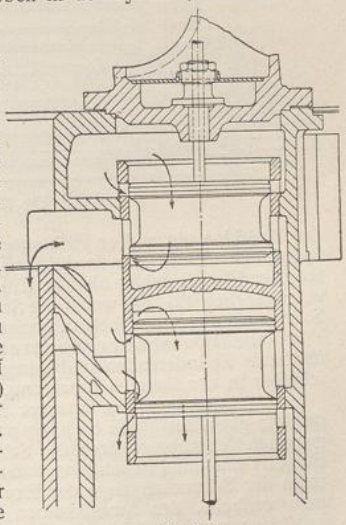


Fig. 9.

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,

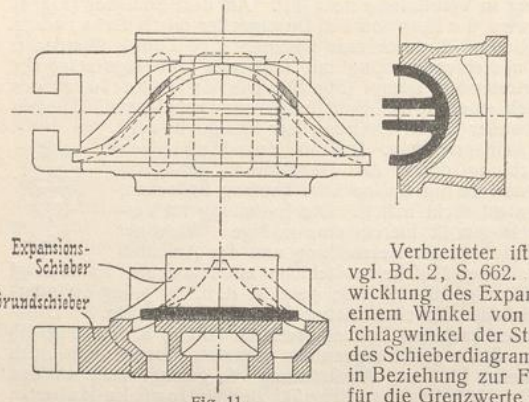


Fig. 11.

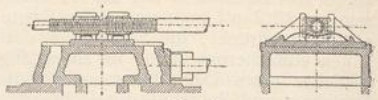


Fig. 10.

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).

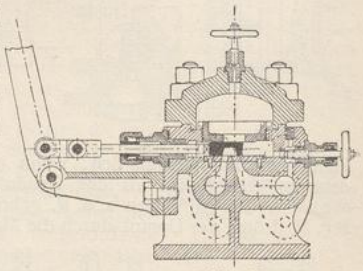


Fig. 13.

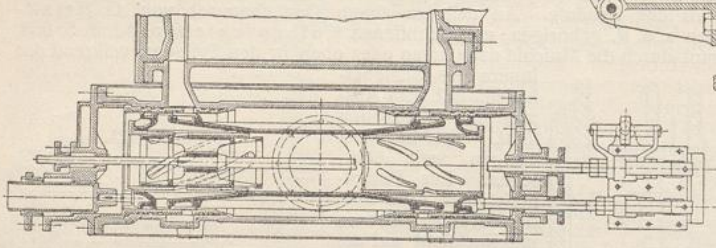


Fig. 12.

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.*

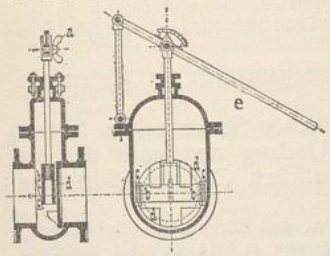


Fig. 1 und 2.

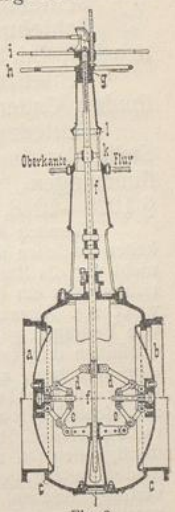


Fig. 3.

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

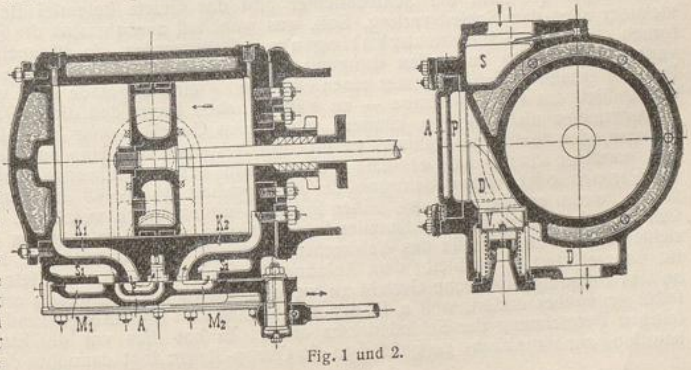


Fig. 1 und 2.

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.

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,

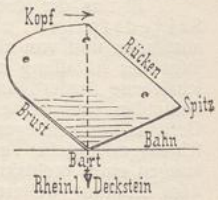


Fig. 1.

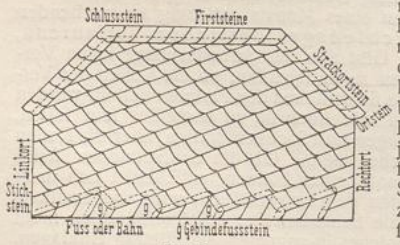


Fig. 2.

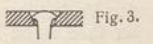


Fig. 3.

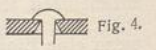


Fig. 4.

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.

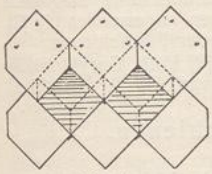


Fig. 7.

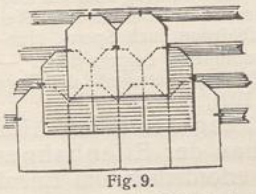


Fig. 9.

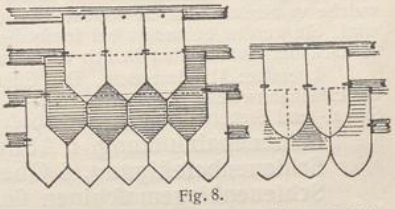


Fig. 8.

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.

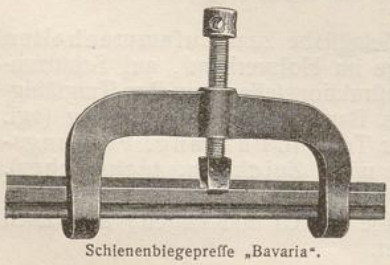
Literatur: [1] Haarmann, Das Eiſenbahngleiſe, Leipzig 1891. — [2] Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Wiesbaden 1891. — [3] Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 4. Abſchn., Signal- und Sicherungsanlagen, Wiesbaden 1901, S. 1277. *H. Kübler.*

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.

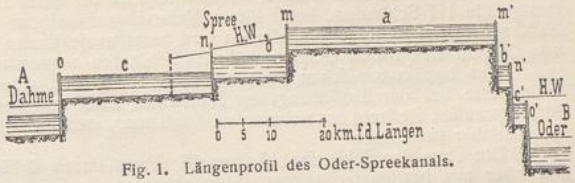


Fig. 1. Längenprofil des Oder-Spreekanals.

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 Geſamtgefälle acht Schleuſen und beim projektierten Donau-Oderkanal bei einer Länge von 280 km und 187 m Geſamtgefälle 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.

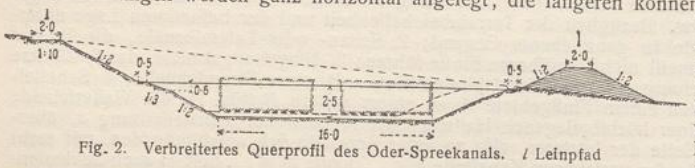


Fig. 2. Verbreitertes Querprofil des Oder-Spreekanals. *l* Leinpfad

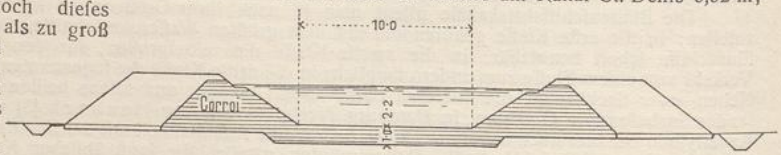


Fig. 3.

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.

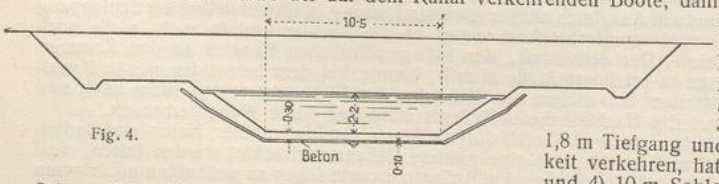


Fig. 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.

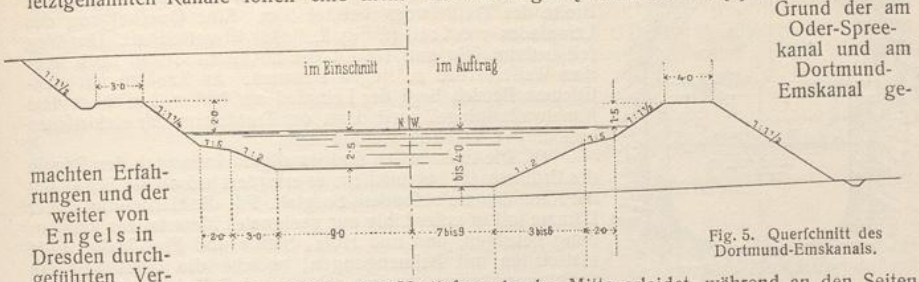


Fig. 5. Querschnitt des Dortmund-Emskanals.

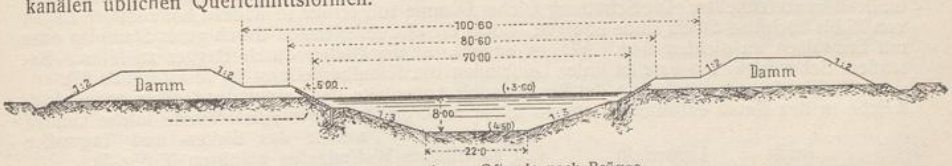


Fig. 6. Seekanal von Ostende nach Brügge.

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.

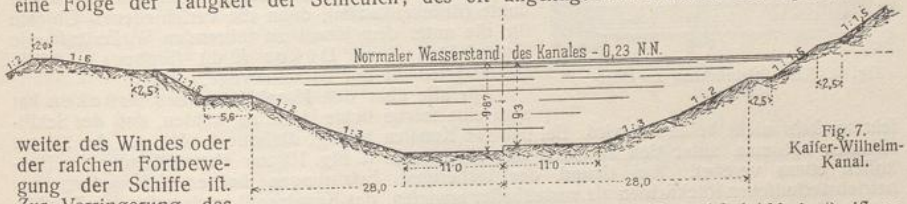


Fig. 7. Kaiser-Wilhelm-Kanal.

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 $O34$

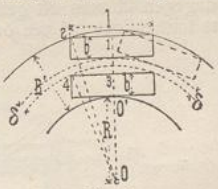


Fig. 8.

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

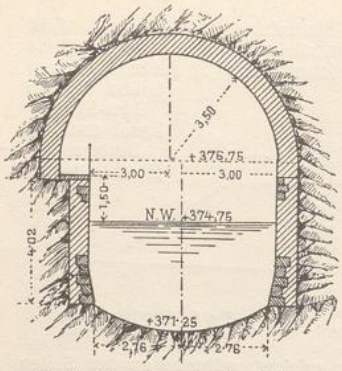


Fig. 9. Tunnel am Kanal zwiſchen Montbéliard und der Saône.

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).

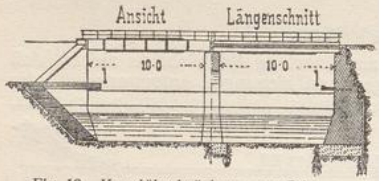


Fig. 10. Kanalüberbrückung am Oder-Spreekanal.

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].

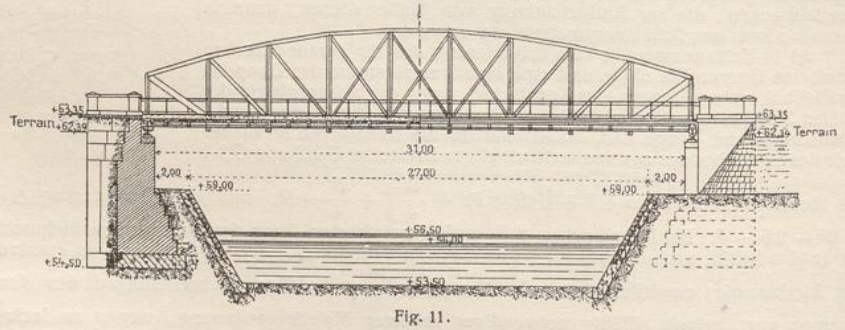


Fig. 11.

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).

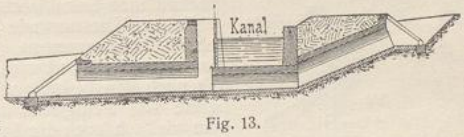


Fig. 13.

V. a) Um den Schiffahrtskanal möglichft wafferundurchläffig zu geftalten, werden einesteils fchon beim Bau desfelben, andernteils bei deffen Inbetriebfetzung und im Verlaufe 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.

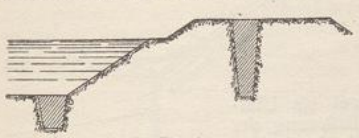


Fig. 14a.

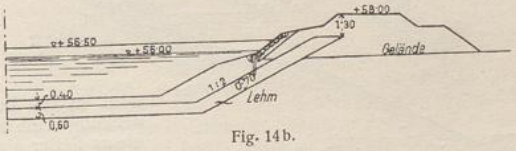


Fig. 14b.

Liegt der Kanal in wafferundurchläffigem Boden oder vollftändig im Grundwaffer, fo kann jede Dichtung entfallen, da Waffervertufte 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 wafferundurchläffigen 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 Waffervertufte den Waffer bedarf des Kanals herabzumindern, fondern fie erhöhen und ficherm 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 (f. Fig. 17) Versuche mit Beton und Betoneisenplatten gemacht, welche aber heute ein abschließendes Urteil noch nicht zulassen. In Häfen

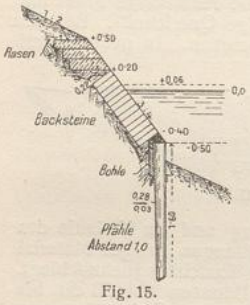


Fig. 15.

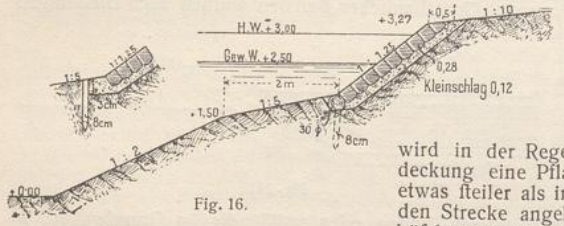


Fig. 16.

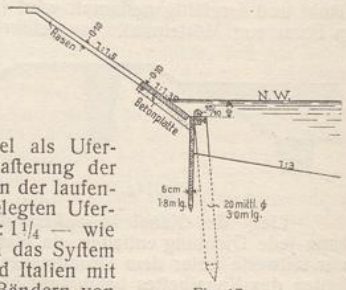


Fig. 17.

wird in der Regel als Uferdeckung eine Pflasterung der etwas steiler als in der laufenden Strecke angelegten Uferböschungen ca. $1 : 1\frac{1}{4}$ — 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].

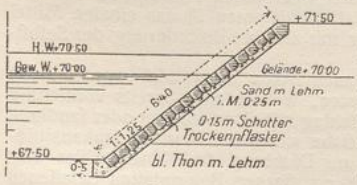


Fig. 18.

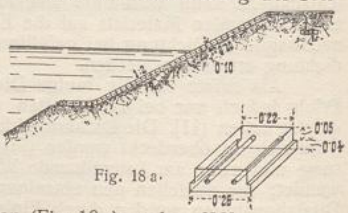


Fig. 18 a.

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 (f. 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 daſelbſt 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).

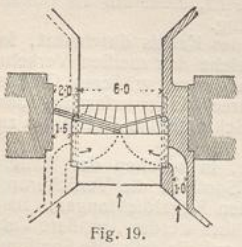


Fig. 19.

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 Hafeneinfahrt 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.

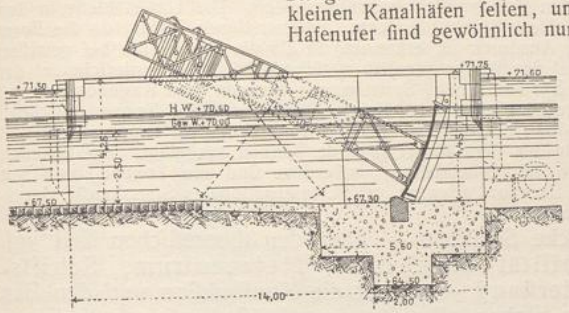


Fig. 20.

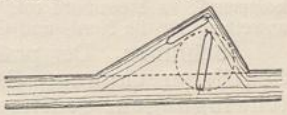


Fig. 21.

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 Spannung (Fig. 2). Wo die Kielspannung 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 Spannung 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.

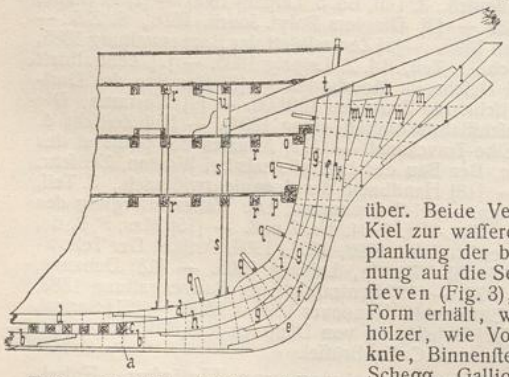


Fig. 3 *a* Loskiel. *b* Kiel. *c* Bodenwrangen. *d* Kielschwein. *e* Vorlauf. *f* Vorsteven. *g* Binnenvorsteven. *h* Vorsteventotholz oder Aufklotzung. *i* Vorstevenknie oder Reitknie des Vorstevens. *k* Rückenstück des Gallions. *l* Gallionsschegg. *m* Füllungsstücke des Gallions. *n* Lieger des Gallions. *o* Oberdecksband. *p* Zwischendecksband. *q* Bugbänder. *r* Deckbalken. *s* Deckstützen. *t* Bugspriet. *u* Bugspriestuhl.

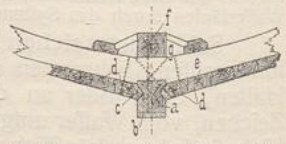


Fig. 2. *a* Kiel. *b* Loskiel. *c* Kielspannung. *d* Kielgang. *e* Bodenwrange. *f* Kielschwein. *g* Pumpenfod.

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.

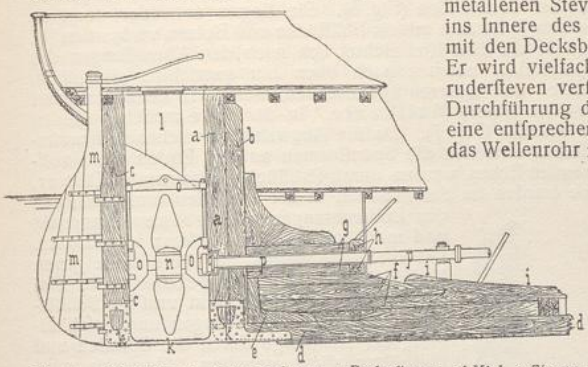


Fig. 4. *a* Hinterſteven. *b* Binnenſteven. *c* Ruderſteven. *d* Kiel. *e* Stevenknie. *f* Totholz. *g* Wellenklotz. *h* Stopfbuchſenklotz. *i* Kielſchwein. *k* Stevenſchuh. *l* Schraubenbrunnen. *m* Ruder. *n* Schraube. *o* Schraubenrahmen. *p* Schraubenwelle. *q* Wellenkupplung.

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].

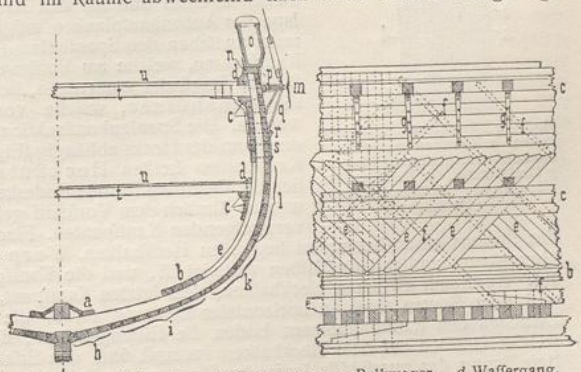


Fig. 5. *a* Rüſtweger. *b* Kimmweger. *c* Balkweger. *d* Waſſergang. *e* Diagonalwegerung. *f* Diagonalſchienen. *g* Balkenknie. *h* Kielgänge. *i* Bodenplanken. *k* Kimmgänge. *l* Berghölzer. *m* Schergänge. *n* Schandeck. *o* Finknetzkaſten. *p* Rüſt. *q* Püttingsſchiene. *r* Püttingsbolzen. *s* Stopperſchiene. *t* Decksbalken. *u* Deckplanken.

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

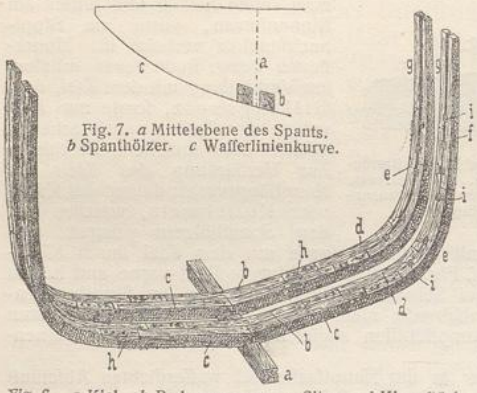


Fig. 7. *a* Mittelebene des Spants. *b* Spanthölzer. *c* Waſſerlinienkurve.

Fig. 6. *a* Kiel. *b* Bodenwrangen. *c* Sitzer. *d* Kimmſtück. *e* Auflanger. *f* Zweiter Auflanger. *g* Toppſtück oder Oberauflanger. *h* Stoßkalben. *i* Verbindungszapfen.

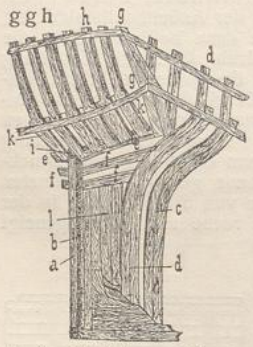


Fig. 9. *a* Hinterſteven. *b* Binnenſteven. *c* Kantſpanten. *d* Randſomholz. *e* Heckbalken. *f* Worpen. *g* Heckſtützen. *h* Heckſpanten. *i* Hennegat. *k* Gillungshölzer. *l* Füllſtücke.

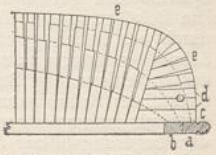


Fig. 8. *a* Vorſteven. *b* Binnenſteven. *c* Ohrholz. *d* Klüshölzer. *e* Kantſpanten.

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.

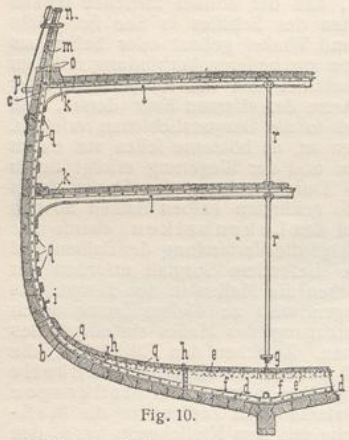


Fig. 10.

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.

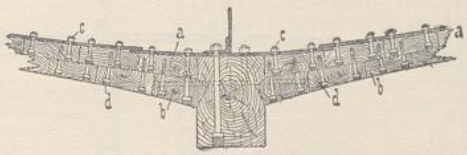


Fig. 11. *a* Innere Plankenlage. *b* Aeußere Plankenlage. *c* Eiſerner Bolzen. *d* Metallene Schrauben.

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.

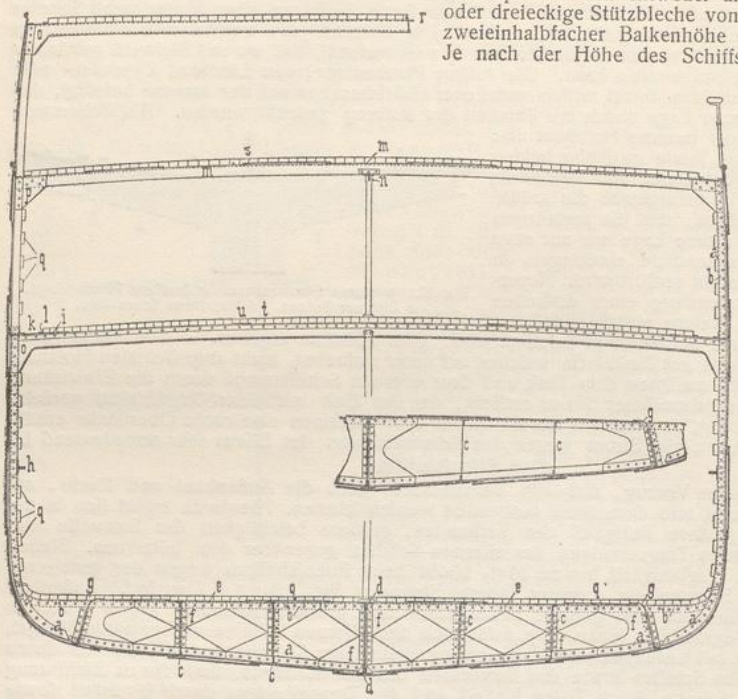


Fig. 12. *a* Außenfpant. *b* Innenfpant. *c* Längsfpanten. *d* Mittelkiel. *e* Innerer Boden. *f* Stützbleche. *g* Seitenplatte. *h* Seitenftringer. *i* Decksftringer. *k* Waffcrlauf. *l* Waffcrlaufswinkel. *m* Eifernes Deck. *n* Unterzug. *o* Balkenknie. *p* Stützblech. *q* Wegerung. *r* Brückendeck. *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-

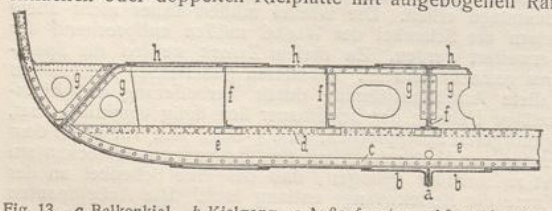


Fig. 13. *a* Balkenkiel. *b* Kielgang *c* Außenfpanten. *d* Innenfpanten. *e* Bodenwrange. *f* Längsfpanten. *g* Stützbleche. *h* Innerer Boden.

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.

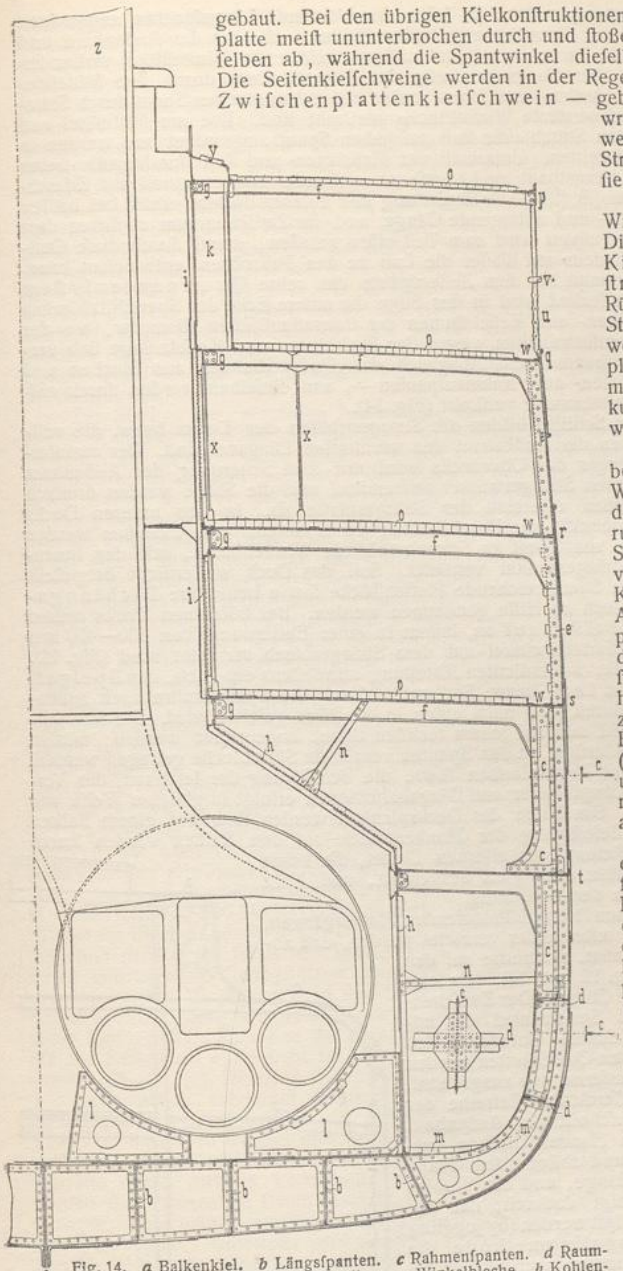


Fig. 14. *a* Balkenkiel. *b* Längsſpanten. *c* Rahmenſpanten. *d* Raumſtringer. *e* Querſpanten. *f* Decksbalken. *g* Winkelbleche. *h* Kohlenbunkerſchott. *i* Schornſteinmantel. *k* Lichtſchacht. *l* Keſſelträger. *m* Wegerung. *n* Streben. *o* Deckspanken. *p* Brückendeck. *q* Spardeck. *r* Hauptdeck. *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 Joggling methode, 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-

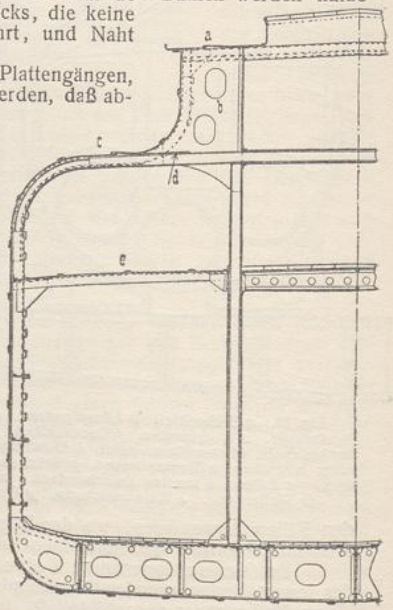


Fig. 15. *a* Turmdeck. *b* Rahmenspantplatte. *c* Hafendeck. *d* Deckstringer. *e* Zwischendeck.

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.

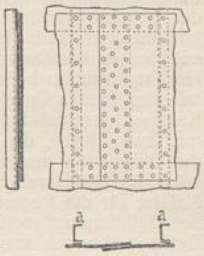


Fig. 15a. *a* Spanten.

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

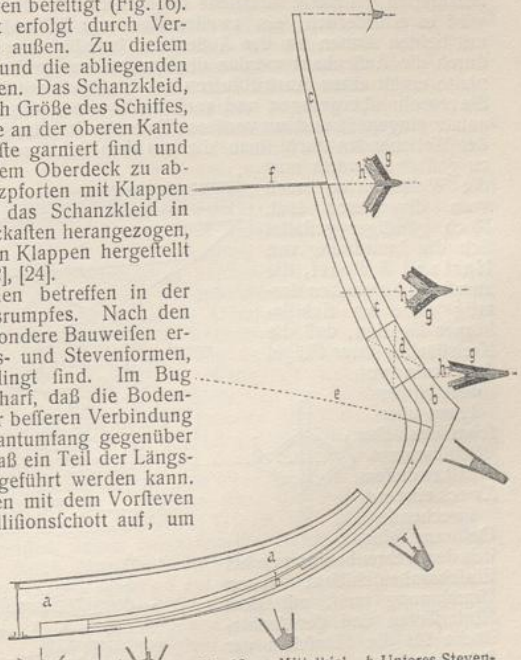


Fig. 16. *a* Mittelkiel. *b* Unteres Stevenstück. *c* Oberes Stevenstück. *d* Lasch. *e* Unterkantepanzer. *f* Oberkantepanzer. *g* Panzer. *h* Holzhinterlage.

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 ſchlanken 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

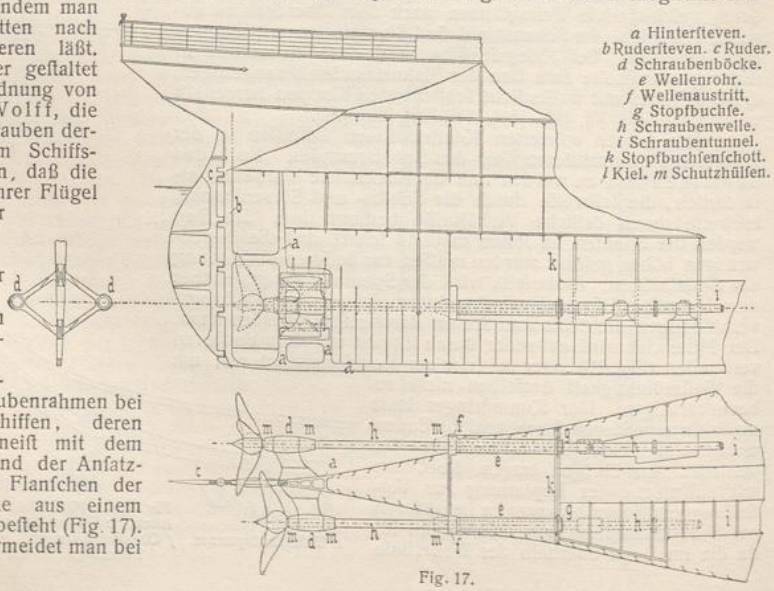


Fig. 17.

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]).

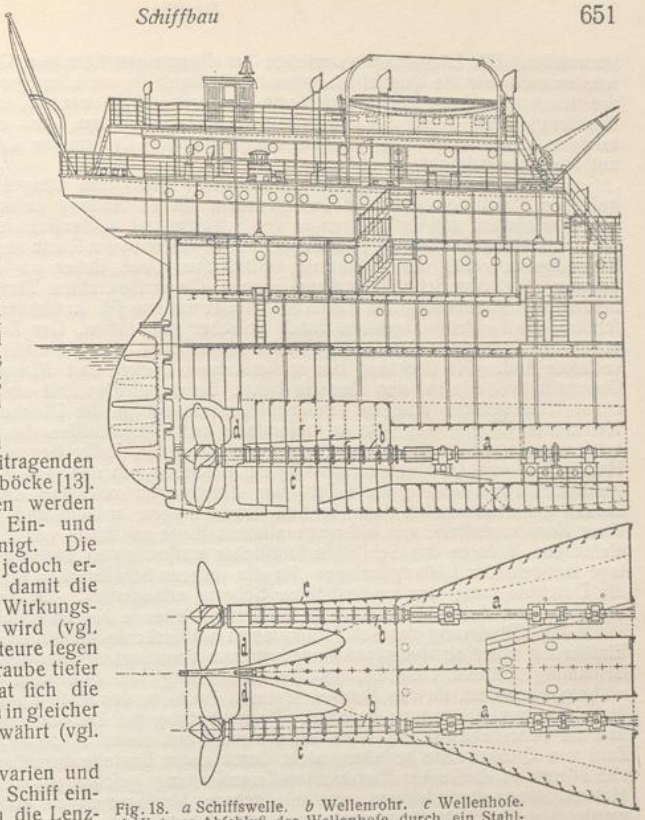


Fig. 18. *a* Schiffswelle. *b* Wellenrohr. *c* Wellenhose. *d* Hinterer Abschluß der Wellenhose durch ein Stahlgußstück.

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 wafferdichte 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. 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,

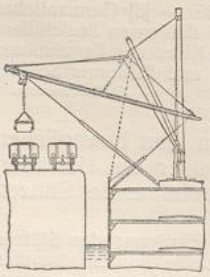


Fig. 1. Temperley-Kran.

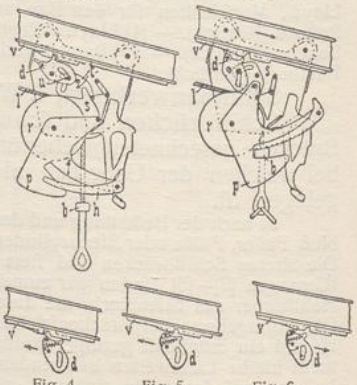


Fig. 2. Fig. 3.

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.

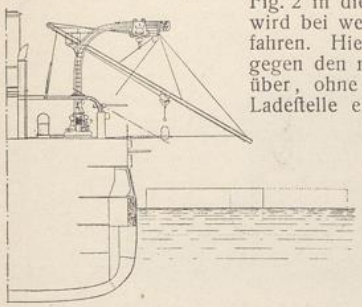


Fig. 7. Temperley-Kran des Kriegsschiffes „Massachusetts".

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].

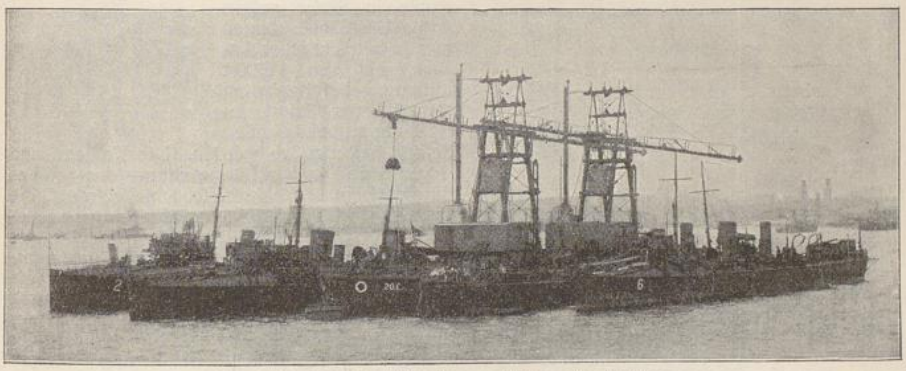


Fig. 8. Kriegsschiffsbekohlung mit Temperley-Schiffen.

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

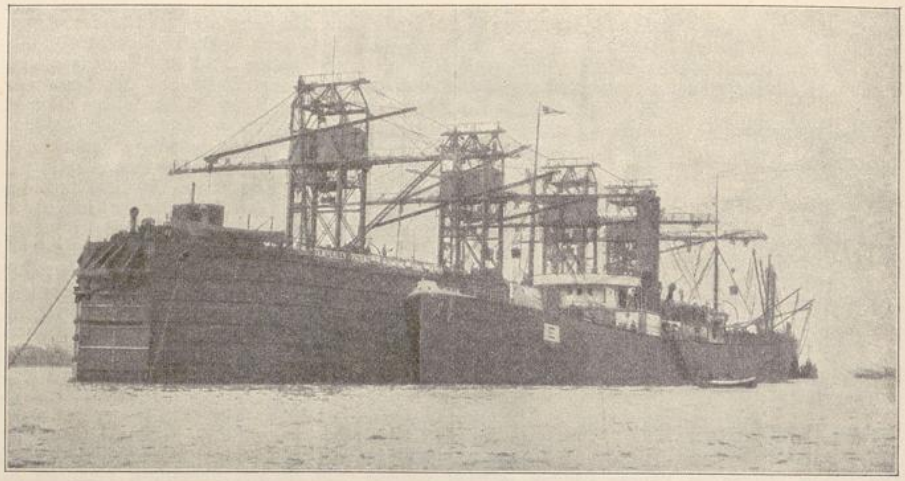


Fig. 9. Anſicht eines ſchwimmenden Kohlenſpeichers für 12000 t.

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.

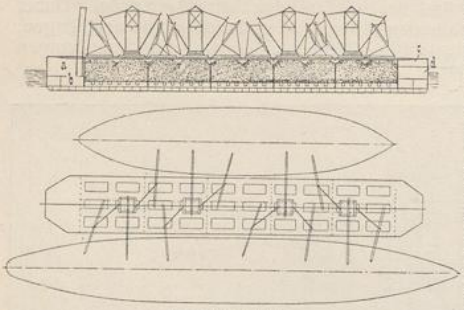


Fig. 10 und 11.

Fig. 10—12: Einrichtung und Ausrüſtung des Speichers. *a* Maſchinenraum. *b* Keſſelraum. *c* Mannſchaft. *d* Materialien.

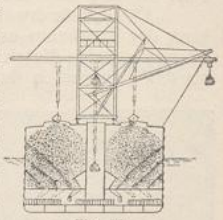


Fig. 12.

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.

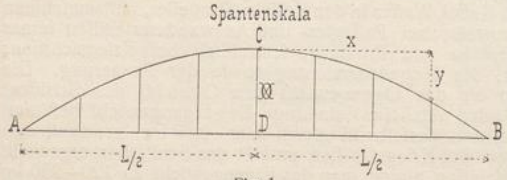


Fig. 1.

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

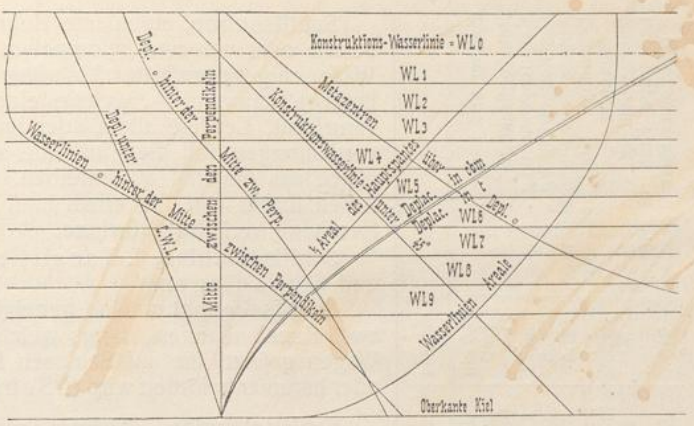


Fig. 3.

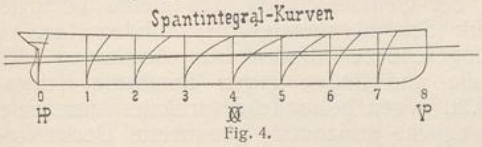


Fig. 4.

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.

Schiffseisenbahn, 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 abgeftopft, hinabreichen. Beide Schächte ftehen durch eine Rohrleitung *e* miteinander in Verbindung. Der eine Kolben mit feinem Troge wird fchon ganz oder zum Teil durch jenes Druckwaffer in die Höhe getrieben, welches der andre mit dem herabfahrenden Schiffe erzeugt. Der etwaige Mangel an Hebekraft kann auch durch ein Druckpumpwerk erfetzt werden. Solche Ausführungen beftehen: 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 gefetzt 9. Juli 1904, Hubhöhe 19,81 m, Tragfähigkeit 1000 t [3]. — Das älteftе, 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 verfehene Preßftempelhebewerk ift 1906/08 umgebaut worden; vgl. [21]. Jeder der zwei voneinander unabhängig angeordneten Tröge wiegt jetzt einfchließlich Waffer-füllung 252 t und ift durch 36 Gruppen von je 7 t fchweren Gegengewichten ausbalanciert, die an Drahtfeilen hängen. Jedes Seil ift unabhängig von den übrigen über je eine am oberen Ende des Gerüftes gelagerte Rolle geführt, fo daß in allen Seilen diefelbe Spannung herrfcht. Die Bewegung wird durch Elektromotoren bewirkt, welche durch Zahnradüberfetzung die Seilrollen antreiben. Die Hubhöhe ift wie früher 15,35 m und wird jetzt eine Hebung oder Senkung in 5½ Minuten mit einem Kraftaufwande von 8 PS. ausgeführt.

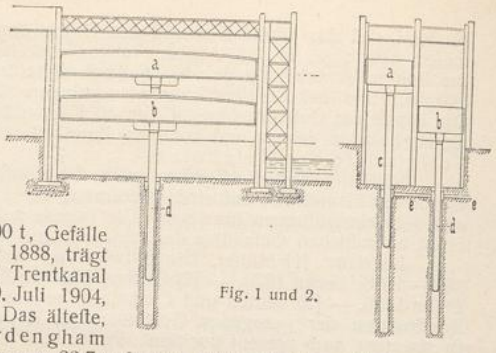


Fig. 1 und 2.

Ein Nachteil der Preßftempelhebewerke liegt darin, daß bei den modernen großen Kanalkähnen die Wafferdrücke außerordentlich groß werden.

C. Schwimmerhebewerke. Das Trog- und Schiffsgewicht wird durch einen oder mehrere in mit Waffer gefüllte Brunnen eintauchende, allfeitig gefchloffene Schwimmkörper aufgehoben. — Nachdem fchon Rowland und Pickering (1794), Segring (1883), Jebens (1887), das Grufon-Werk in Buckau-Magdeburg, Krupp-Grufon und Prüsmann diesbezügliche Entwürfe machten, wurde fchließlich ein preisgekrönter Plan von Haniel & Lueg für den Dortmund-Emskanal zu Henrichenburg 1895 ausgeführt [4]. Hierbei ftzt der 70 m lange, 8,8 m breite Schiffstrog (Fig. 3) mittels Gitterftänder auf fünf Schwimmern *b*. Diefe ftnd vertikale eiferne Hohlzylinder, je in einen felbftändigen, mit Waffer gefüllten Brunnen untergetaucht. Die Hubhöhe beträgt 14,5 m. Angenommen, die Größe der Schwimmer fei derart beftimmt, daß für die Stellung des belafteten Troges in der Mitte der Hubhöhe der Auftrieb von den Schwimmern und den noch eingetauchten Teilen der Ständer eben gleich fei dem Totalgewichte; in diefer Lage bliebe alfo das Hebewerk ruhig ftehen. Wird dann der Trog durch eine äußere Kraft zum Sinken gebracht, damit er an die untere Haltung anfchließt, fo entfteht hierbei ein Ueberfchuß an Auftrieb infolge der mehr eingetauchten Konftruktionsteile. Gibt man beim darauffolgenden Heben den ftets gleichfchwer gedachten Trog frei, fo wird er fchon durch den genannten Ueberfchuß in die Höhe getrieben. Die ficherе Führung in ftets horizontaler Lage erhält bei der Henrichenburger Schwimmerfchleufe der Trog nach Jebens durch vier vertikale Schraubenfpindeln *cc*, welche je durch eine am Troge befeftigte Schraubenmutter hindurchgehen und am Fundamente drehbar feftgehalten ftnd. Durch entfprechende Räderüberfetzung von *d* aus werden fämtliche Spindeln gleichzeitig und gleichviel gedreht, wobei die Bewegung des Schiffstroges erfolgt. Die 245 mm Kerndurchmeffer befitzenden Spindeln haben 100 mm weite Bohrungen zum Durchftrömen von Dampf, um im Winter die Schraubenfchmierung weich zu erhalten. Der Antrieb der Schraubenfpindeln erfolgt durch einen 150pferdigen Elektromotor, der auf der oberen Bühne mitten über dem Schleufentrog in einem Schutzhäuschen aufgeftellt ift. Der Stromverbrauch fchwankt ftark, indem auf vier Fünftel der Bewegung nur 100—300 Ampère, am Anfang und Ende der Bewegung bis zu 800 Ampère erforderlich ftnd. Die ganze Bewegung erfordert etwa 2½ Minuten [4]. Das Schwimmerhebewerk eignet ftch auch für große Schiffstypen, jedoch ift die zuläffige Hubhöhe durch die Tiefe der abzuteufenden Brunnen und durch die Unmöglichkeit, die Schraubenfpindeln in übergroßer Länge herzuftellen, auf etwa 20—25 m befchränkt.

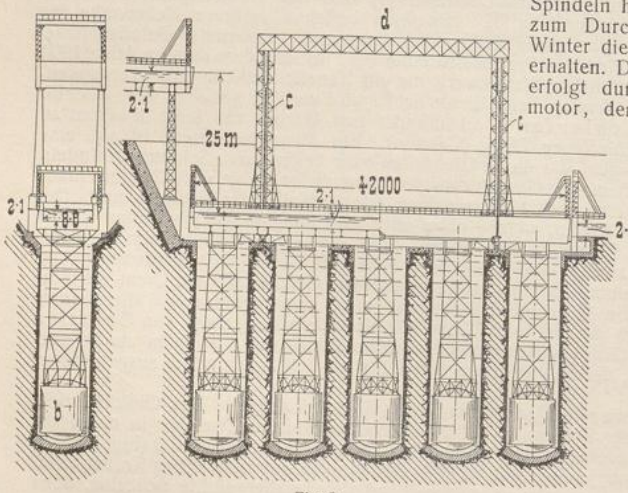


Fig. 3.

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].

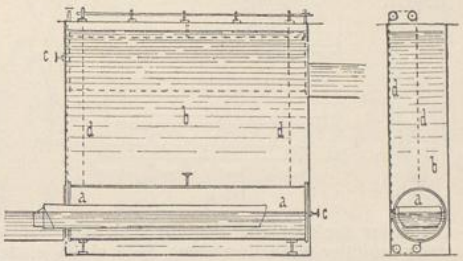


Fig. 4.

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.

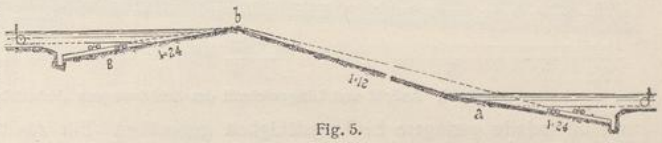


Fig. 5.

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-

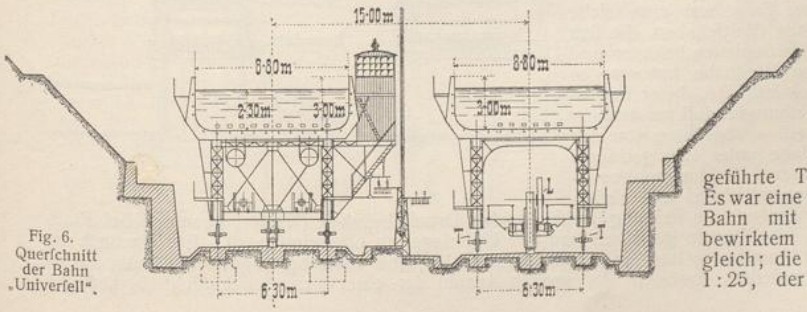


Fig. 6. Querfchnitt der Bahn „Univerfell".

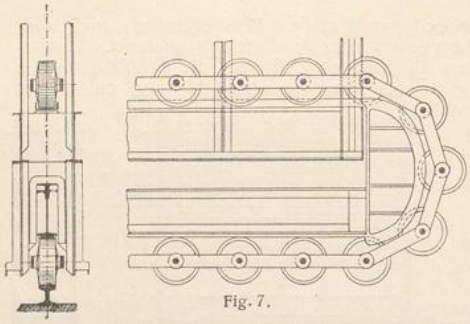


Fig. 7.

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

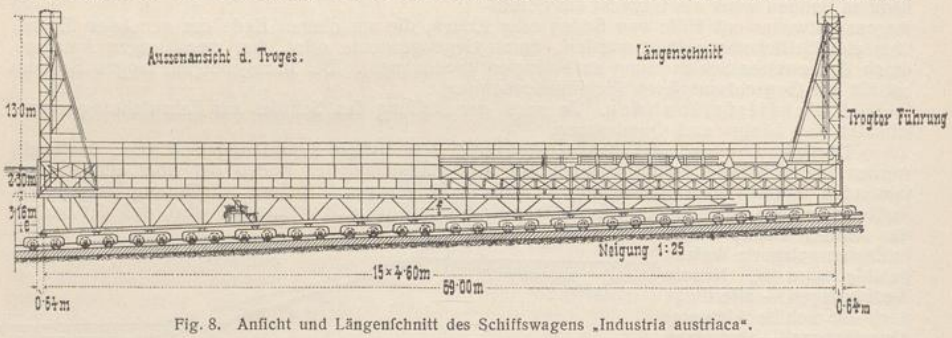


Fig. 8. Anficht und Längenfchnitt des Schiffswagens „Industria austriaca".

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

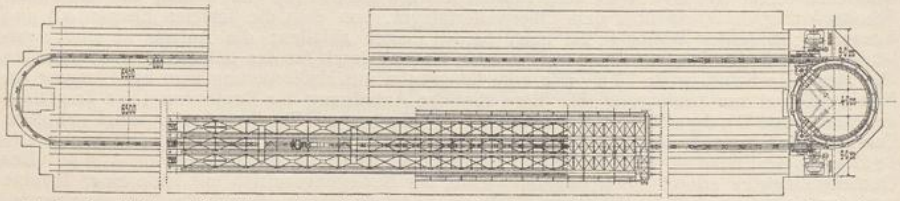


Fig. 9. Draufficht und Schnitte *e—f* des Schiffswagens „Industria austriaca" (links Horizontalfchnitt durch das Unterhaupt).

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

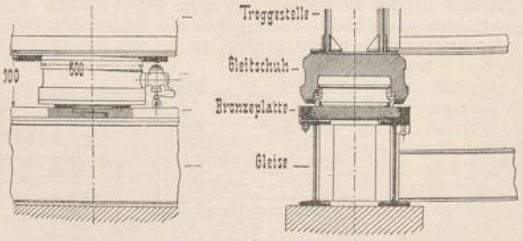


Fig. 10.

Bezeichnung des Hebewerkes	Jahr der Betriebseröffnung	Kanal	Syftem	Hubhöhe in Metern	Schiffsgröße in Tonnen	Kammerabmeffungen in Metern			Anzahl der in 24 Stunden in beiden Richtungen befördert. Schiffe	Herftellungskoften in Mark	Herftellungskoften pro 1 m Hubhöhe in Mark	Art der Förderung	Anmerkung
						Länge	Breite	Waffertiefe					
Anderton (Alte Anlage)	1875	Trent and Merfey-Kanal (England)	Hydraulifches Hebewerk	15,35	100	22,85	4,75	1,35	384	973000	63380	Naßförderung	Zwei Waffertröge auf Preßkolben mit gegenfeitiger 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 (Deutfchland)	Schwimmerfchleufe	16,00	600	70,00	8,80	2,50	100	2240000	140073	Desgl.	Eine Kammer auf fünf Schwimmern.
Vier Schiffseifenbahnen des Elbing-Oberländifchen Kanals	1860	Elbing—Oſterode (Deutfchland)	Längsgeneigte Ebene	20,40 18,80 24,50 22,00	70 70 70 70	— — — —	— — — —	— — — —	72 72 72 72	711110	8300	Trockenförderung	Zwei durch Drahtfeile verbundene Schiffswagen; Antrieb durch Waſſerrad.
Dodge-Schleufe	1876	Cheafepeak-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 Drahtfeile verbundene Waffertröge; gegenfeitige Gewichtsausgleichung.
La Villette	—	Paris—St. Denis (Frankreich)	Schachtfchleufe	9,92	350	48,90 38,50	8,20 5,20	3,50 3,50	88	1474000	148600	—	Eine große und eine kleine Schleufenkammer mit je einem Sparbecken.
Hofin	1905	Lateralkanal Wrañan-Hofin (Oeſterreich)	Desgleichen	8,9 bis 10,8	600	137,50 73,00	20,00 11,00	2,50 2,50	72	1369500	153900	—	Eine große und eine kleine Schleufenkammer.
Anderton (Neue Anlage)	1908	Trent and Merfey-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; elektrifcher Antrieb.

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

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].

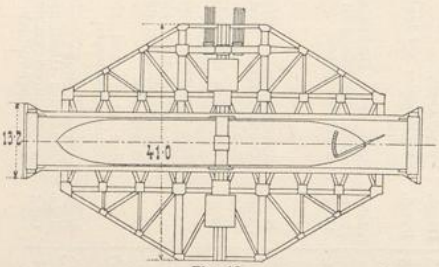


Fig. 12.

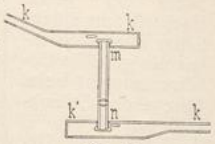


Fig. 11.

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

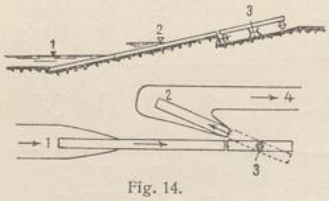


Fig. 14.

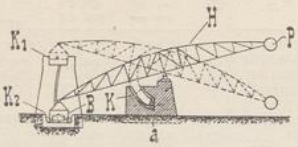


Fig. 15.

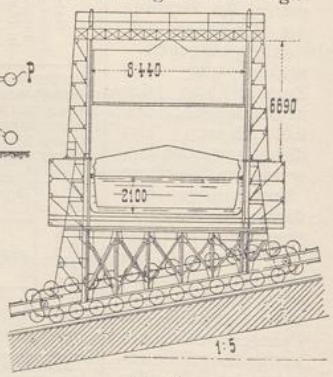


Fig. 13.

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].

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.

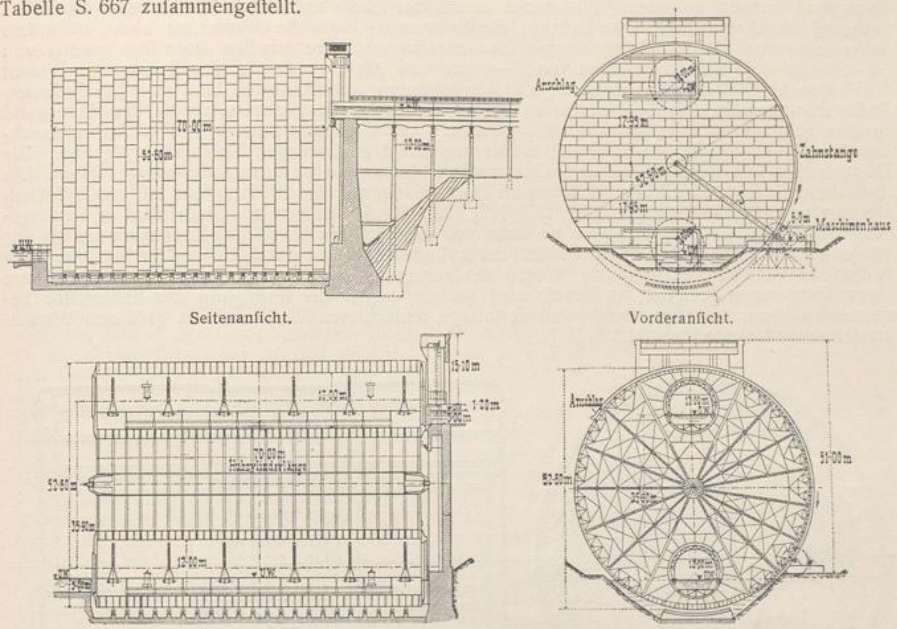
Die erften nach dem vorerwähnten Prinzipe entworfenen Projekte fchlugen ein Syftem zweiarmiger Hebel *H* (Fig. 15) vor, welche einerfeits den Schiffstrog, anderfeits ein Gegengewicht *P* trugen. Die Drehung der Hebel follte mittels direkten Antriebes der Achfe oder hydraulifch erfolgen, indem ein Schwimmer *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. Diefes 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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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

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]).

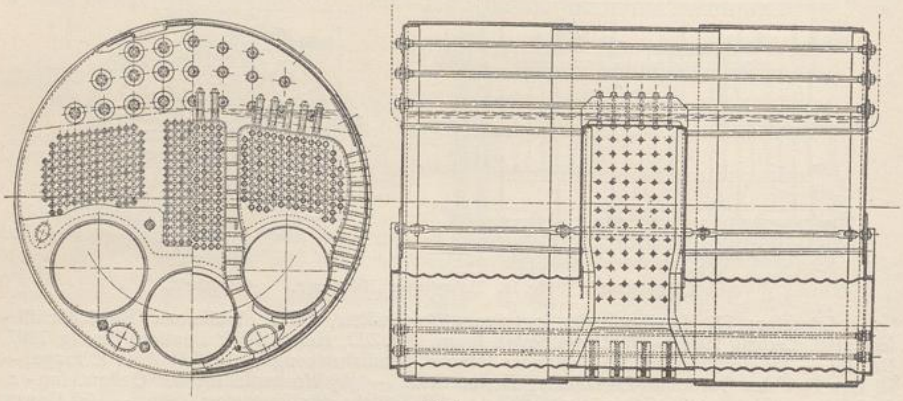


Fig. 1.

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).

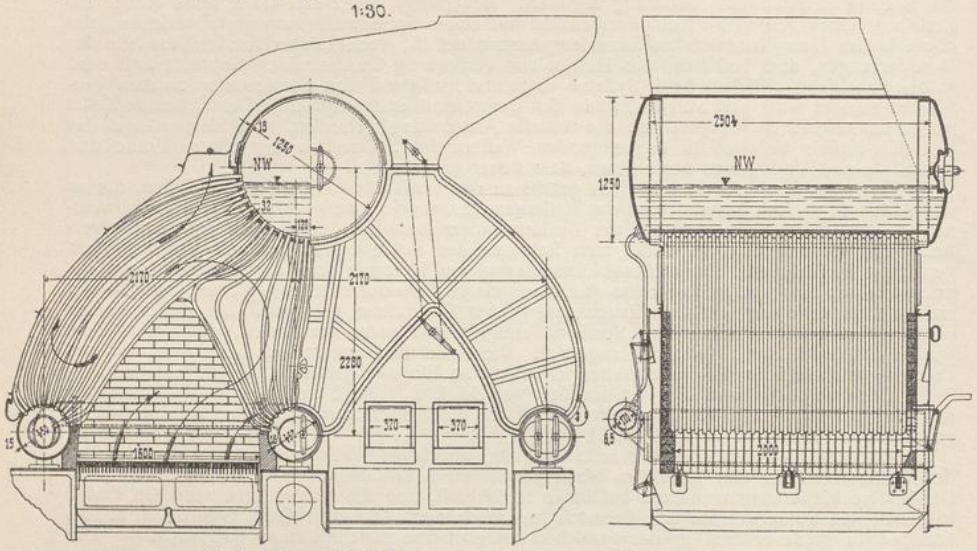


Fig. 2. Waſſerrohrkeſſel Syſtem Schulz für den kleinen Kreuzer „Königsberg“.

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	0,9			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.

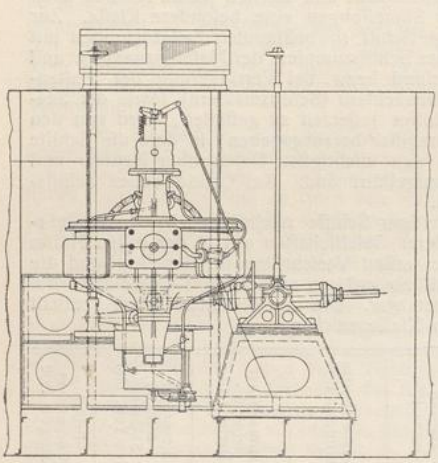
Die Konkurrenz der verſchiedenen Klaſſifikationsgeſellſchaften iſt auf die Entwicklung des Seegewerbes von großem Einfluß geweſen und ſind den wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen derſelben wertvolle Fortſchritte im Schiffbau zu verdanken. Die deutſchen Vorſchriften über waſſerdichte Schotte für Perſonendampfer in außereuropäiſcher Fahrt [2] ſowie die Durchführung eines Tiefladegeſetzes ſind den Beſtrebungen der Schiffsklaſſifikationsgeſellſchaften zu verdanken.

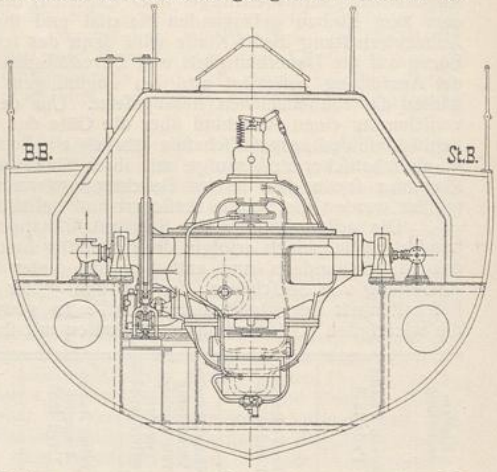
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(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

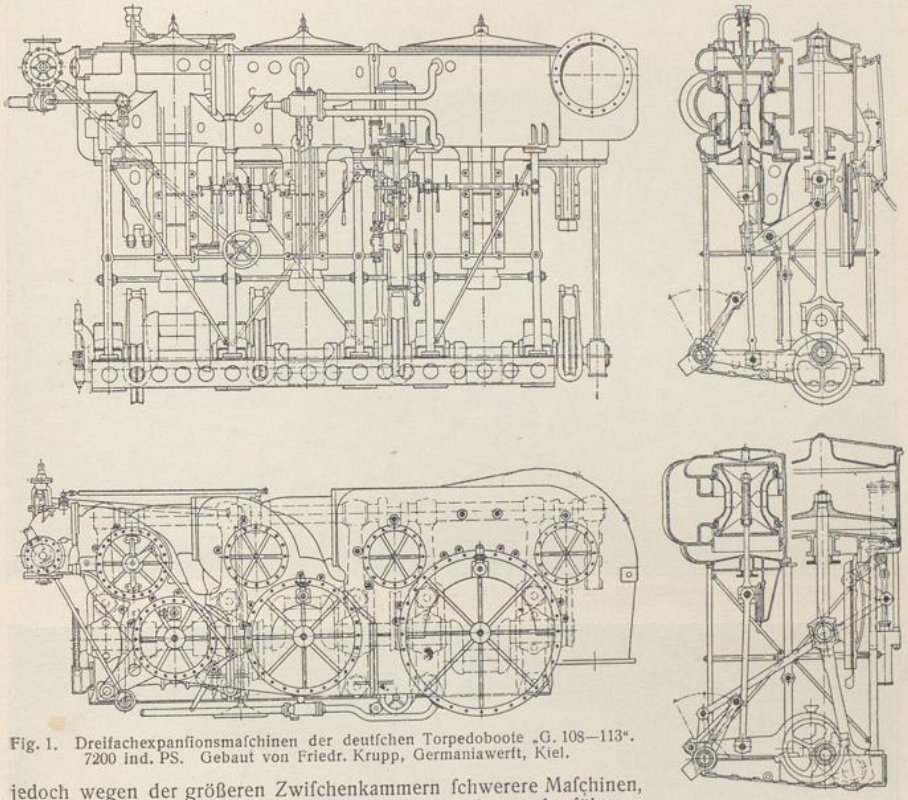


Fig. 1. Dreifachexpansionsmaschinen der deutschen Torpedoboote „G. 108—113". 7200 ind. PS. Gebaut von Friedr. Krupp, Germaniawerft, Kiel.

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

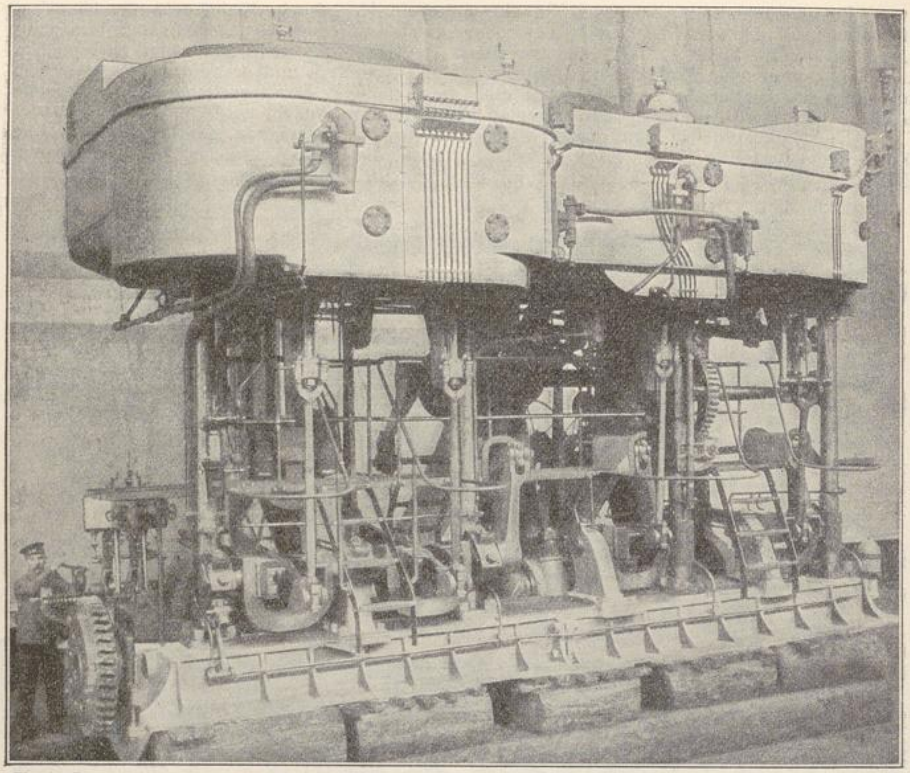


Fig. 2. Dreifachexpansionsmaschinen des Linienschiffs „Schlesien", 1700 ind. PS. Gebaut von F. Schichau, Elbing.

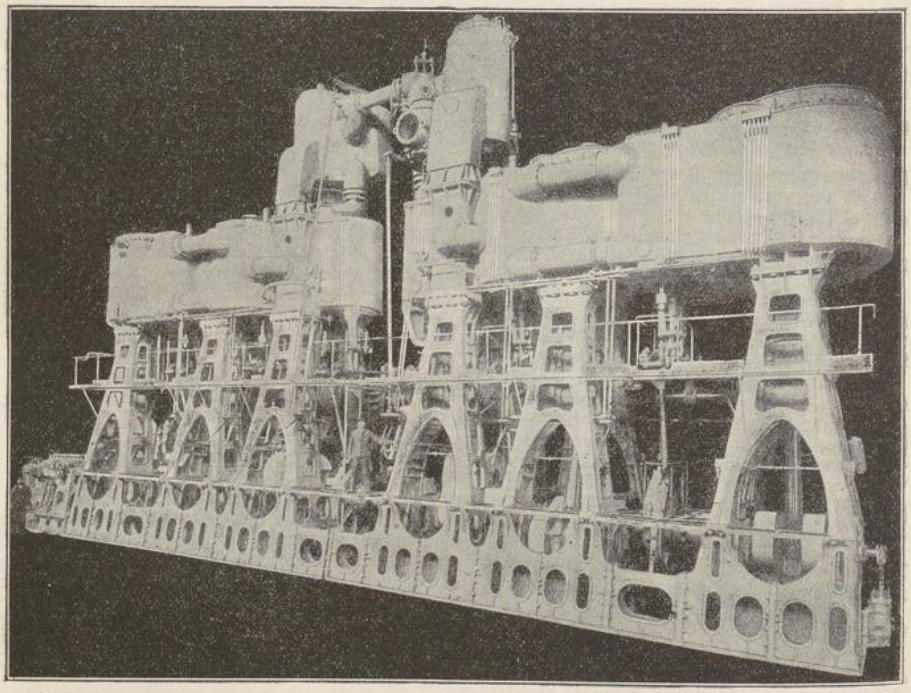


Fig. 3. Zwei vierfache Expansionsmaschinen von je 11250 ind. PS. des Schnelldampfers „Kaiser Wilhelm II." Gebaut von der Aktiengesellschaft Vulcan, Stettin.

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

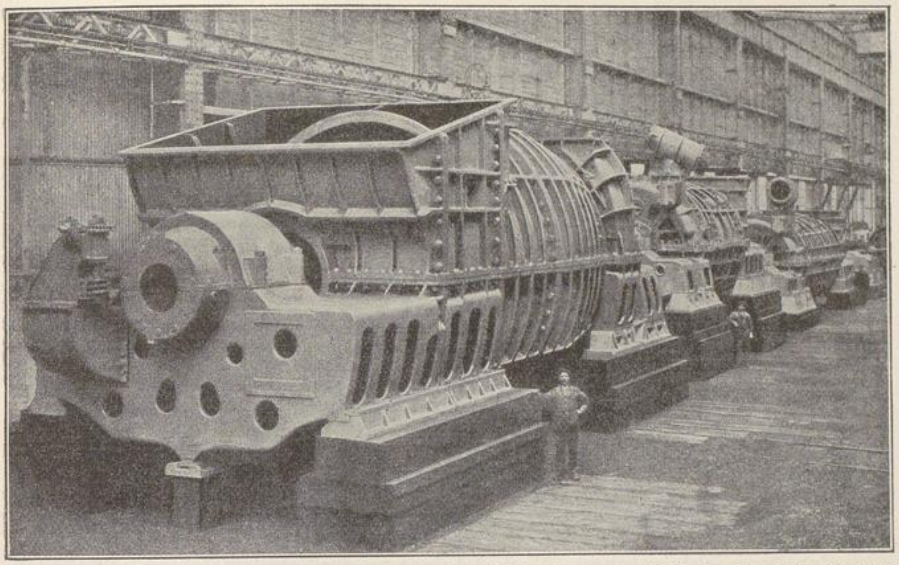


Fig. 4. Ein Turbinenſatz des Schnelldampfers „Mauretania", beſtehend aus einer Niederdruckvorwärtsturbine und einer Rückwärtsturbine für eine innere Welle und einer Hochdruckvorwärtsturbine für eine äußere Welle, in der Werkſtatt montiert. Zwei Sätze zuſammen von 70 000 PS.

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 PS_i 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] Derf., 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] Derf., 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. Woolfsche 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.

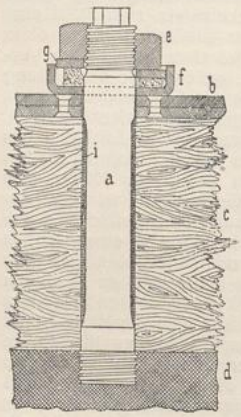
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.

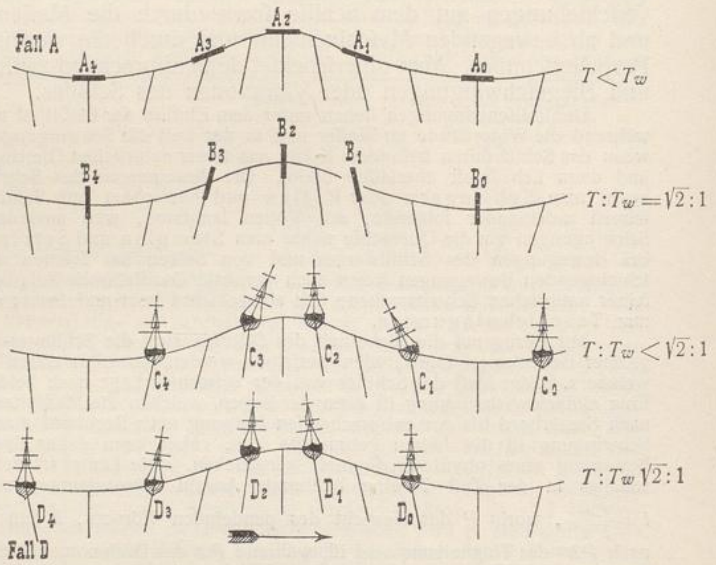
Mit Bezug auf die Sicherheit des Schiffes ſind die Schlinger- und Rollbewegungen von größter Bedeutung. Die Größen derſelben werden gemeſſen durch die Neigungswinkel, um welche z. B. der Maſt des Schiffes von der aufrechten Lage nach beiden Schiffsſeiten ausſchlägt. Eine einfache Schwingung iſt dann 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) $l=\frac{Pk^2}{Ps}$, worin P das Gewicht des pendelnden Körpers, k ſein Trägheitsradius und demnach Pk^2 das Trägheitsmoment iſt, während Ps 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 $s=GM=r-a$, 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 $T=2\pi\sqrt{\frac{Pk^2}{gP(r-a)}}$ $=2\pi\sqrt{\frac{Mk^2}{P(r-a)}}$, unter M die Maſſe des Schiffes verſtanden. Da nun das Stabilitätsmoment $=P\cdot G_N=P(r-a)\sin\varphi$ iſt und Mk^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 MG 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. Ges., 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].

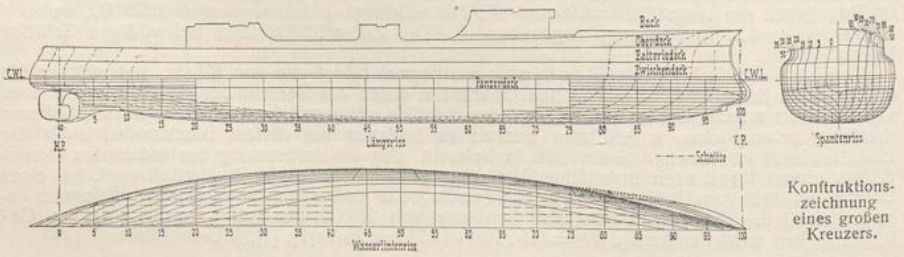
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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

Ebenso umfangreich sind aber auch die Nachahmungen des Schildpattes. — Man benutzt hierzu Laternenhorn, Gelatine, entkalktes Elfenbein, Celluloid u. s. w. Dem Horn erteilt man durch Färbung mit einem Brei aus Kalk, Pottasche, Graphit und Kolkothar (Fe_2O_3) oder durch Verbrennen von Schwefelblumen, die man auf das Horn gestreut hat, das Aussehen von Schildpatt. Die an dem schwachen Glanz und plumpen Aussehen leicht erkennbare Nachahmung mit Gelatine geschieht folgendermaßen. Auf eine Glasplatte wird eine schwach gelbgefärbte, dicke, warme Gelatinelösung aufgegossen; auf deren halberstarrte Oberfläche träufelt man eine braungefärbte und eine lichte Gelatine, die sich ausbreitet und eine Zeichnung hervorruft, wie sie echtes Schildpatt besitzt. Nach dem Erstarren zieht man die durch doppeltchromsaures Kali luft- und wasserbeständiger gemachte Gelatine vom Glase ab. *T. F. Hanausek.*

Schildräder, nach Reuleaux zwei um parallele Achsen rotierende Zahnräder, deren ineinander greifende Zähne aus Zapfen bestehen, die zu den Drehungsachsen parallel sind. (Vgl. Reuleaux, Konstrukteur, Braunschweig 1882.)

Schildzapfen, die Zapfen zur Lagerung der Geschütze in der Lafette.

Schilfsandstein, dem mittleren Keuper angehörige, bis zu 30 m mächtige, meist feinkörnige Sandsteine von meist grünlichgrauer (rot oder rotbraun gefleckt) oder gelber Farbe und mit tonigem oder dolomitischem Bindemittel; reich an Pflanzen und stellenweise auch dünne Flöze von nicht bauwürdiger Pechkohle führend. Druckfestigkeit 300—500 kg pro Quadratzentimeter, Wasseraufnahme 2—5%. Viel benutzt als Werkstein zu Hochbauten (Franken, Maingegend, Stuttgart).

Schillerfels, s. Gabbro.

Schilling, s. Pfund Sterling.

Schindel (Spließe, Span), s. Dachschindeln.

Schindeldach, ist sehr dicht und warmhaltend, kommt daher in rauher Gebirgsgegend, bei seiner hohen Feuergefährlichkeit aber nur an einzelstehenden Gebäuden zur Anwendung.

Man unterscheidet zwei Arten: 1. Das aus großen gespaltenen und unbearbeiteten Schindeln, die in zehn- und mehrfachen Lagen bei flacher Neigung und weiter Ausladung der Sparren den charakteristischen Schutz der Holzhäuser bilden, wie sie in den Alpengebieten der Schweiz, Bayerns und Tirols heimisch sind. Die Befestigung erfolgt durch lange Holznägel auf den halbrunden Spaltlatten sowie durch lange, schräg übergelegte und mit Feldsteinen belastete Stangen. An der First steht die an der Wetterseite liegende Schindellage über. Der Ortgang ist durch Schutzbretter verwahrt. 2. Das aus kleinen geschnitzten Schindeln gebildete schuppenförmige Dach; es hat vier- bis fünffache Ueberdeckung und Schalung oder Lattung als Unterlage (s. Dachschindeln). Näheres in [1]—[4].

Literatur: [1] Gladbach, E., Schweizer Holzstil, Darmstadt, o. J. — [2] Derf., Holzarchitektur der Schweiz, Zürich 1876. — [3] Eisenlohr, F., Holzbauten des Schwarzwalds, Karlsruhe 1853. — [4] Hochstetter, J., Schweizerische Holzarchitektur, Karlsruhe 1858. *Weinbrenner.*

Schirmwicklung, s. Magnetismus und Meßinstrumente.

Schirting, s. Weberei.

Schlachthaus (Schlachthalle), öffentliches Gebäude, in welchem unter Aufsicht der Behörde das Schlachten des Viehes sowie die Aufbewahrung des Fleisches stattfindet.

Schon bei den Römern üblich, ebenso in Deutschland vom 11. Jahrhundert an im Mittelalter, kam diese Gebäudeanlage bei dem raschen Aufblühen der Großstädte im Laufe der letzten Jahrzehnte zu großartiger Entwicklung, wozu der gleichzeitige technische und gewerbliche Aufschwung wesentlich beitrug. — Nicht nur die größten Städte, vielmehr jedes gutverwaltete Landstädtchen erfreut sich heute einer solchen Anlage, die für die Gesundheit und die Annehmlichkeit der Einwohner von höchster Bedeutung ist. Sie ermöglicht eine scharfe gesundheitliche Ueberwachung des Betriebs sowie Förderung größter Reinlichkeit, ebenso eine schnelle und vollkommene Beseitigung der Abfälle, unter Fernhaltung aller üblen Gerüche, als auch Einschränkung von Tierquälerei. Wesentlich unterstützt wird dies durch die mit den großen städtischen Schlachthäusern in direkter Verbindung stehenden Viehmärkte, welche in

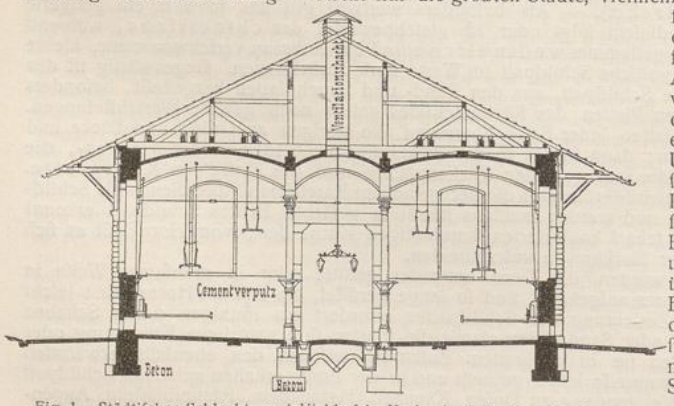


Fig. 1. Städtischer Schlacht- und Viehhof in Karlsruhe i. B. (Querschnitt der Schlachthalle für Großvieh).

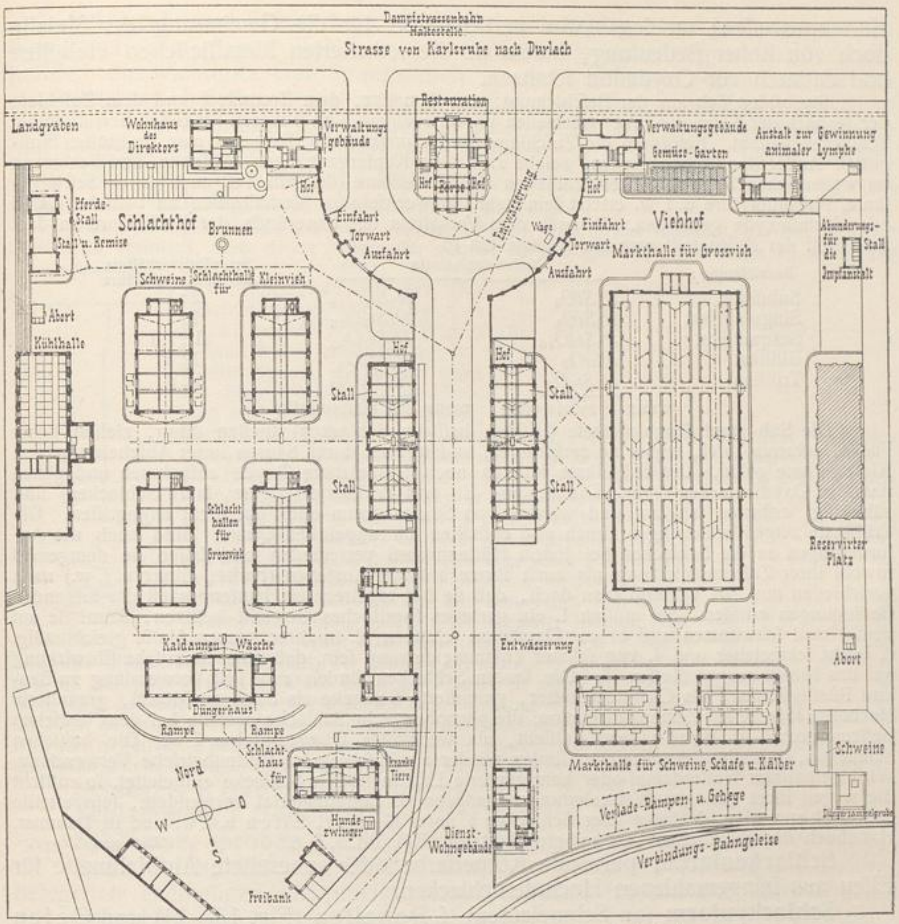


Fig. 2. Städtiſcher Schlacht- und Viehhof in Karlsruhe i. B. (Situationsplan).

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.*

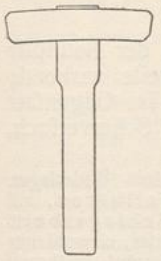


Fig. 1.

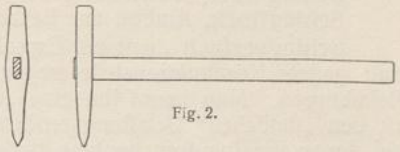


Fig. 2.

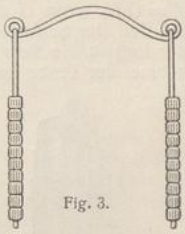


Fig. 3.

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.

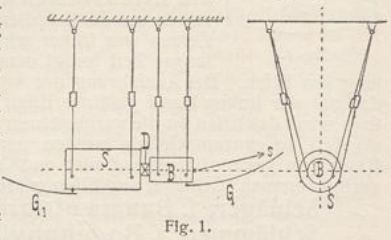


Fig. 1.

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).

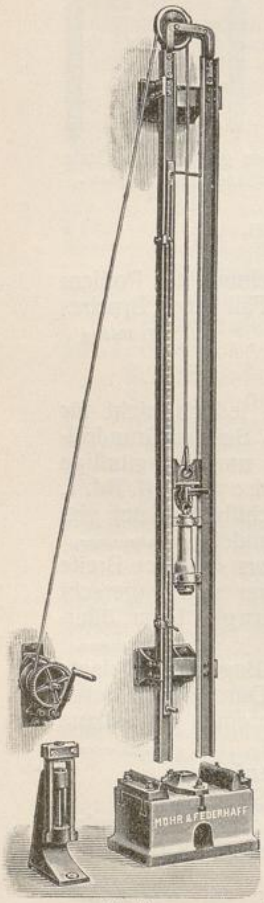


Fig. 2.

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

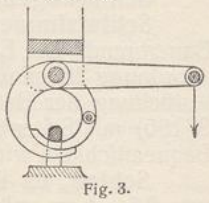


Fig. 3.

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.

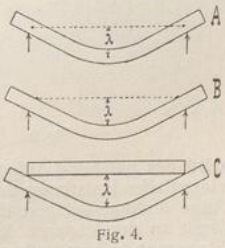


Fig. 4.

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.

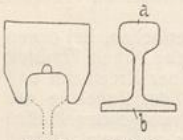


Fig. 5. Fig. 6.

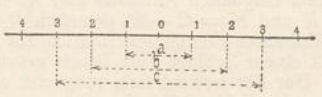


Fig. 7.

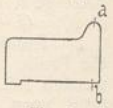


Fig. 8.

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-

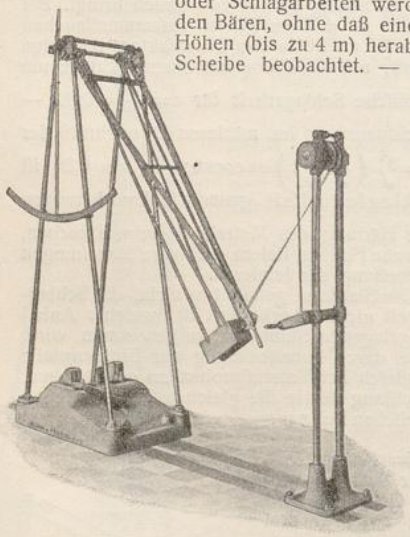


Fig. 9.

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.

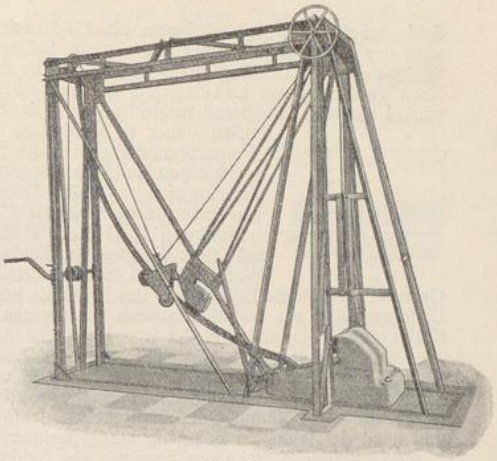


Fig. 10.

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.

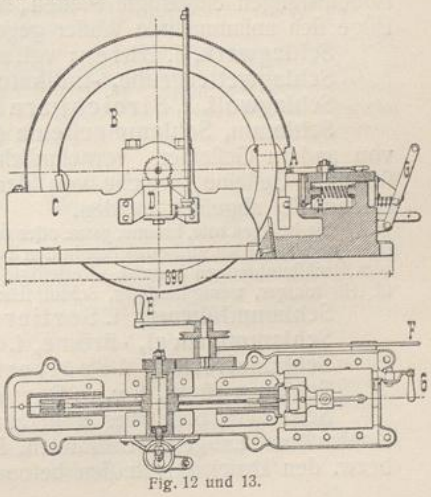


Fig. 12 und 13.

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).

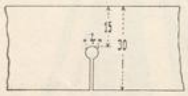


Fig. 14.

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.*

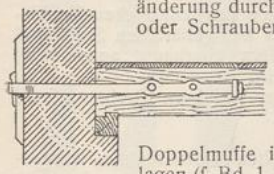


Fig. 2.

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-

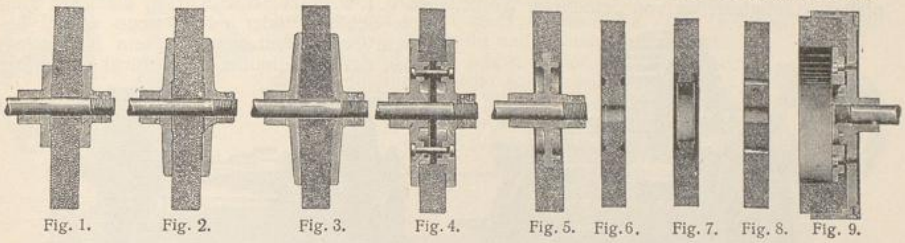


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

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.

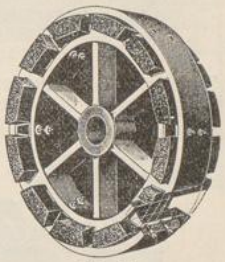


Fig. 11.

Die gebräuchlicheren Profile der Scheibenräder sind in den Fig. 12—33, Scheiben mit tellerartigen und ähnlichen Querschnitten in den Fig. 34—42 dargestellt

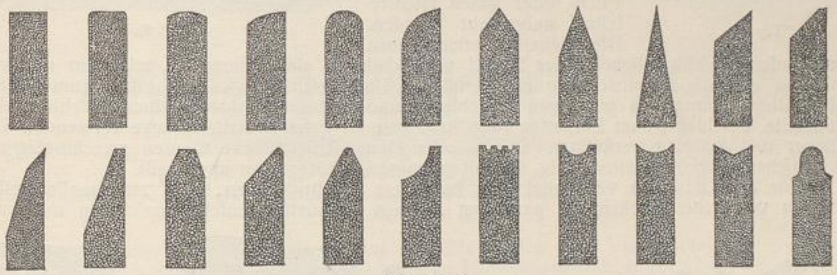


Fig. 12—33.

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

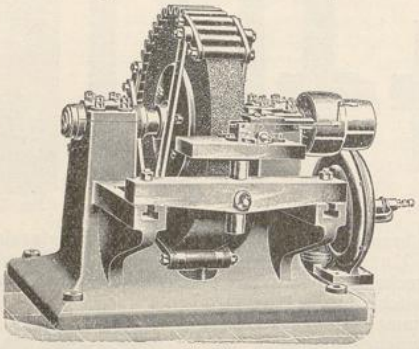


Fig. 43.

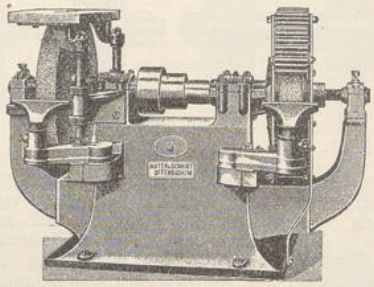


Fig. 44.

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

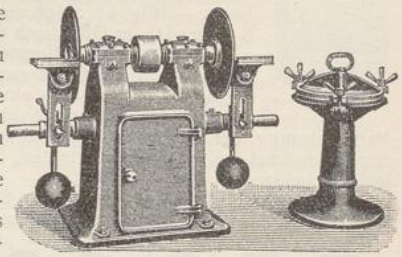


Fig. 46.

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

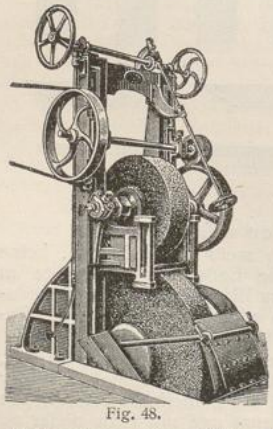


Fig. 48.

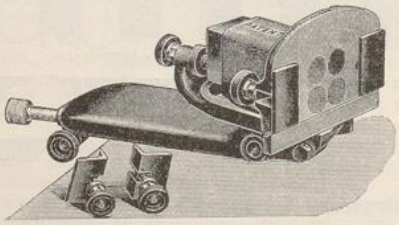


Fig. 47.

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.

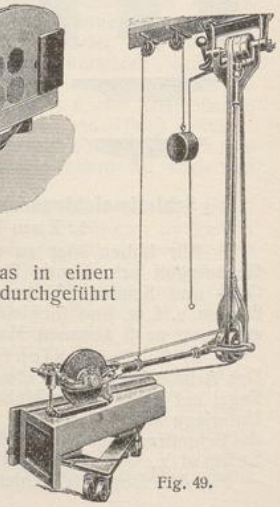


Fig. 49.

Während die bisher erwähnten Schleifmaſchinen eine feſt-

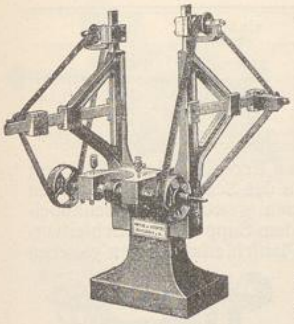


Fig. 52.

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.

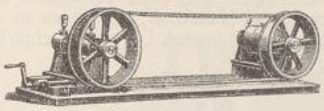


Fig. 53.

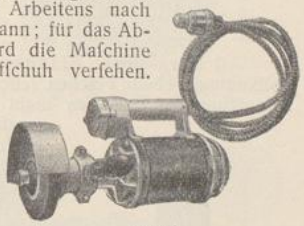


Fig. 50.

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.

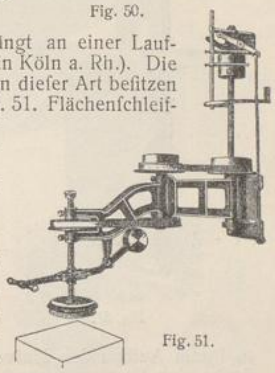


Fig. 51.

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

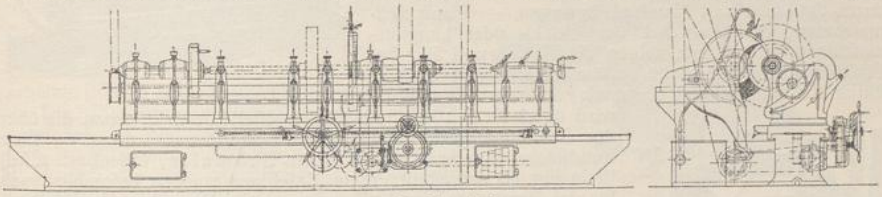


Fig. 54 und 55.

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].

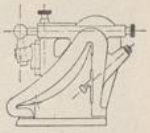


Fig. 56.

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

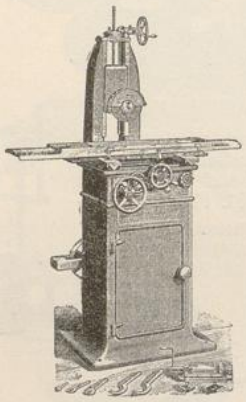


Fig. 57.

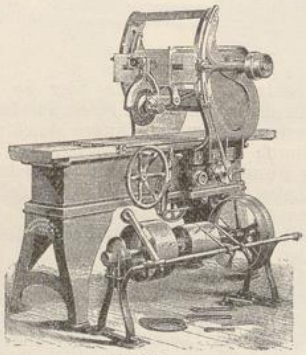


Fig. 58.

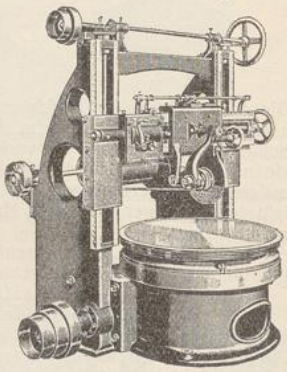


Fig. 60.

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

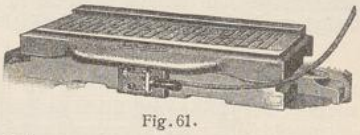


Fig. 61.

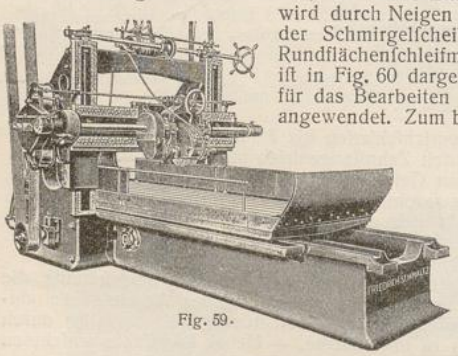


Fig. 59.

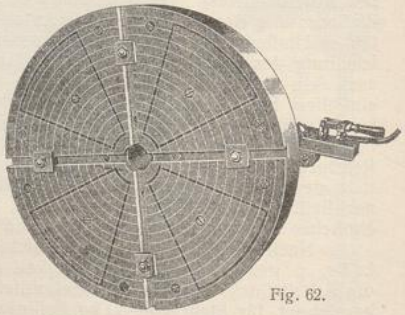


Fig. 62.

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

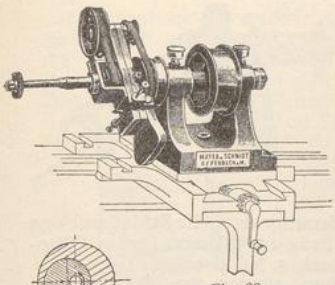


Fig. 63.

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

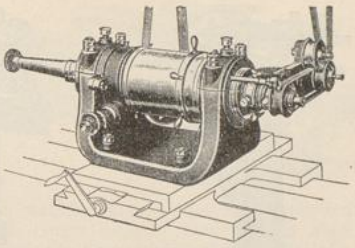


Fig. 64.

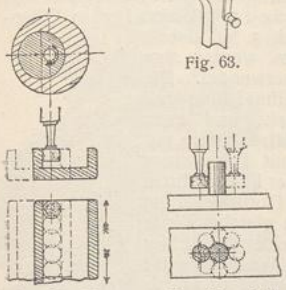


Fig. 70—72.

Fig. 68 und 69.

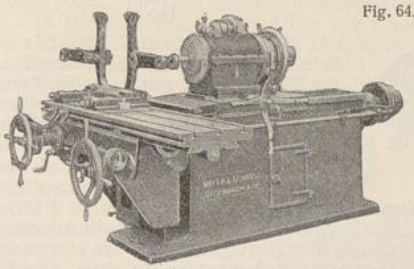


Fig. 73.

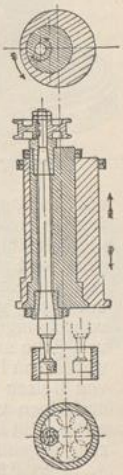


Fig. 65—67.

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].

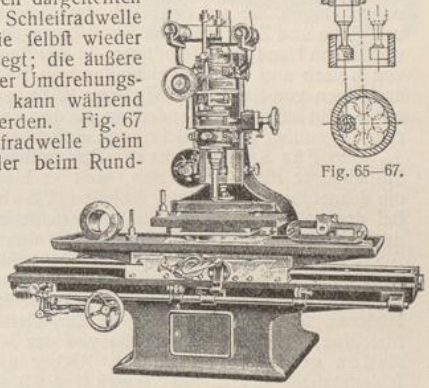


Fig. 74.

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

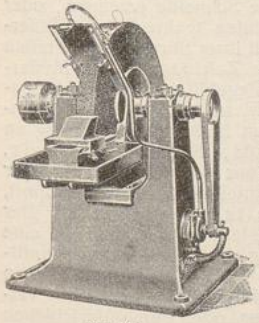


Fig. 75.

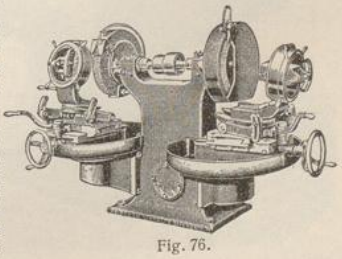


Fig. 76.

Fig. 77.

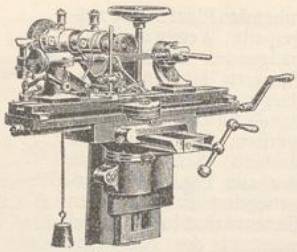


Fig. 78.

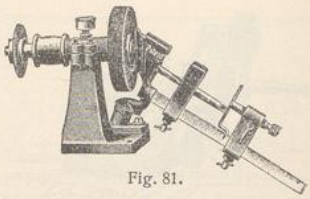


Fig. 81.

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 Schleiffſchale. 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].

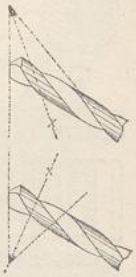


Fig. 79 und 80.

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.

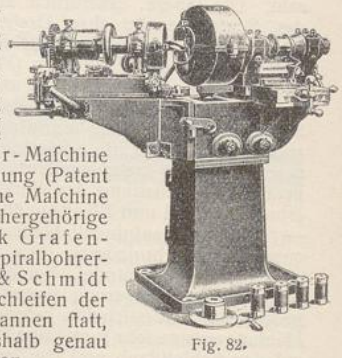


Fig. 82.

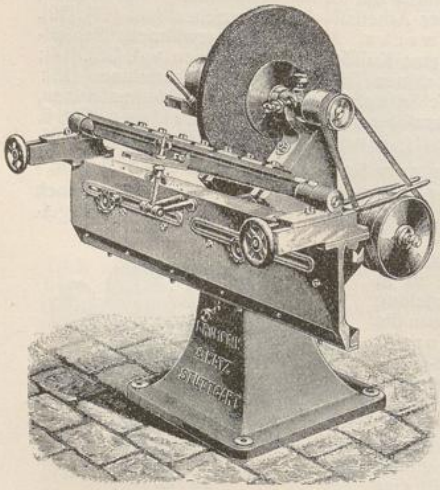


Fig. 83.

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.

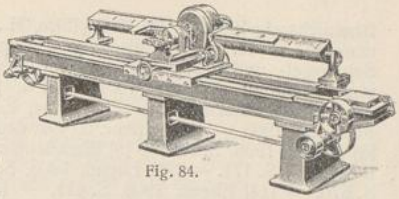


Fig. 84.

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].

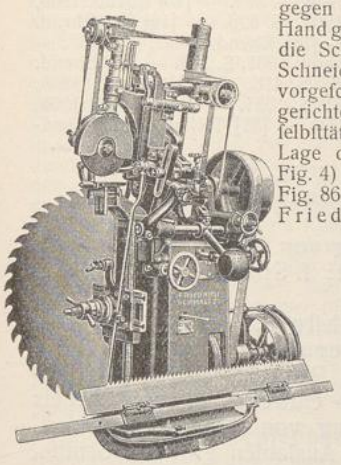


Fig. 86.

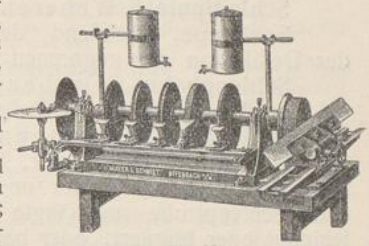


Fig. 85.

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.

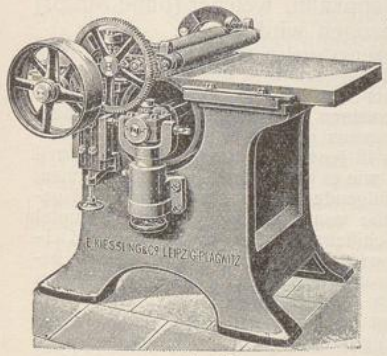


Fig. 87.

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 Waffferquerfchnitt 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:

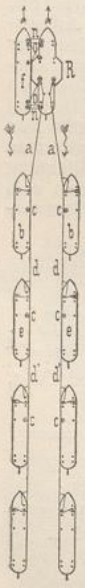


Fig. 1. Schleppzug-Bergfahrt.

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 Waffferfpiegel 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 Waffferverdrängung, 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, kieftigen Flußfohle finden.

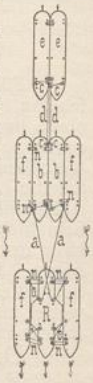


Fig. 2. Schleppzug-Talfahrt.

Für den Betrieb der Schleppfchiffahrt ift es Regel, daß die Schleppen „hinausgehängt", d. h. am Schlepptau *a* (Fig. 1 und 2) vom Remorqueur *R*

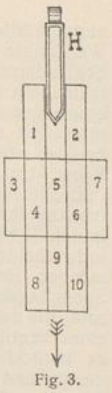


Fig. 3.

nachgezogen werden und zwar fowohl bei der Berg- als auch bei der Talfahrt (ftromab). Das erfte, direkt am Schlepptau gehende Fahrzeug *b* heißt (auf der Donau) die Seilfchleppe; dazu wird der tiefftauchende oder größte Kahn ausgewählt. Die andern, an den Pollern (f. d.) oder Büffeln *c* mittels der Aufklampfeile *d*, *d'* hintereinander gebundenen Kähne, von denen z. B. der erfte *e* achtern (hinten) an die Seilfchleppe angehängt ift, werden „Aufgeklampfte" genannt. Bei günftigen Stromverhältniffen gibt man an die Seiten des Remorqueurs noch die Fahrzeuge *f*, die vorn und achter mittels kurzer Seile, der „Seilbögen" *n*, „zugekoppelt" oder „zugefchwabbelt" find; die fchrägen Verbindungsfeile *o* am Dampfer heißen Strupfen oder Sprengen. Eine folche Kupplung ift namentlich bei Talfahrten mit kleinem Anhang gebräuchlich. Die Entfernung der Seilfchleppe *b* vom Dampfer beträgt bei der Bergfahrt ca. 100 m, bei der Talfahrt ca. 60 m. In Fig. 1 erfcheint der Anhang in zwei Reihen zu je vier Kähnen. — In feltenen Fällen wird die Remorquage derart betrieben, daß der Dampfer, wie z. B. am Aire- und Calderfluffe in England ([1], S. 93), vier bis fechs Kähne vor fich her ftößt; die letzten werden durch Drahtfeile vom Motor aus geleitet. Aehnlich findet die Dampfflößerei auf dem oberen Miffiffippi ftatt. Auch werden auf amerikanifchen Strömen nach Art der Fig. 3 Kähne von einem Heckraddampfer *H* gefchoben. Insbefondere auf dem Eriekanal ift das fogenannte Konfortfyftem üblich: ein Dampfer als Frachtdampfer fchiebt ein Schiff vor fich und zieht noch, etwa 90 m achteraus, zwei, manchmal wieder ebenfo weit achteraus noch zwei, alfo zufammen vier Schiffe nach fich [3].

Literatur: [1] Weber, Bau, Betrieb u. f. w. der Waffertraßen, Wien 1895. — [2] Verbandsfchrift Nr. 25 des deutfch-öfterr.-ungar. Verbands für Binnenfchiffahrt, 1. Heft: Schiffbarkeit der Donau und ihrer Nebenflüffe, Berlin 1897. — [3] Roloff, Nordamerikanifches Waffertraßenwefen, Berlin 1895. — [4] Deutfch-öfterr.-ungar. Verband für Binnenfchiffahrt; Verbandsfchrift Nr. 9: Die Ausflüge des erften Verbandstages, Berlin 1897; Verhandlungen der internationalen Schiffahrtskongreffe Düffeldorf 1902, Mailand 1905 und Petersburg 1908; Binnenfchiffahrt, Mitteilungen und Berichte. *Schütte.*

Schlepper, Schleppvorrichtungen dienen in Walzwerken dazu, die Walzftäbe parallel zu ihrer Längsachfe zu transportieren. Sie beftehen in der Regel aus einer der Länge des Walzguts entfprechenden Anzahl endlofer Ketten oder Drahtfeile mit Schlitten, die Greifer zum Verfchieben des Walzguts tragen. *A. Widmaier.*

Schleppkette, f. 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 prismatifchen Waffertörpers vom fpez. Gew. 1000, von 1 qm quadratifcher Grundfläche und h_m Höhe, letztere gemeffen von der Sohle zum Spiegel des Flußbettes, der bei feinem Vorrücken um die Längeneinheit ein Gefälle α hat, genannt.

Während fonft 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 Querfchnittes von Flüffen und Kanälen (f. d.) gleichgefetzt wird, nimmt Du Boys von der fogenannten Schleppkraft an, daß fie bei beweglichem Flußbette für den Gefchiebetransport aufgebraucht werde. Ift die Gefchiebebewegung auf einer fogenannten Mufterftrecke bei beftimmtem Waffertande in erwünfchter Ordnung und hat dabei S einen konftanten Wert S_0, fo liefern Variationen von h und α, fofern fie ftets das gleiche S_0 ergeben, Anhaltspunkte für Abmeffungen künftlicher Flußläufe, an welchen derfelbe Beharrungszuftand wie an der Mufterftrecke eintreten foll. Den auf folchem Wege gefundenen „künftlichen Querfchnitt" heißt Kreuter den gleichwertigen Querfchnitt oder das Normalprofil für die gegebene Flußftrecke, und die für den maßgebenden Waffertand erforderliche Breite nennt er die Normalbreite, [2], S. 30. Rechnet man die Profile nur für die gleichbleibende Waffertührung bei unveränderlichem benetztem Umfang, fo erhält man andre Refultate. An die Formel (fie wird auch das Schleppkraftgefetz genannt) geknüpfte „theoretifche Betrachtungen" u. f. w. wollen in [2] nachgelefen werden.

Literatur: [1] Boys, P. du, Ann. d. ponts et chauss. 1879, II, S. 151—153. — [2] Handb. d. Ingenieurwiffenfch., 4. Aufl., Leipzig 1907, 3. Teil, der Waffertau, Bd. 6, 1. Lief., S. 11 ff. *Lueger.*

Schleppfchiene, f. Kraftübertragung im Bergbau, Bd. 5, S. 657.

Schleppzange, -ziehbank, f. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 24, Fig. 14, und Rohrherftellung, Bd. 7, S. 473, Fig. 19.

Schleuderapparat, -mafchine, -vorrichtung, f. Zentrifugen.

Schleudergebläfe (Ventilatoren, Zentrifugalventilatoren), Gebläfe (f. Bd. 4, S. 327), welche die Luft vermöge der ihr durch die mit großer Gefchwindigkeit umlaufenden Flügel oder Schaufeln des Gebläfes erteilten Fliehkraft fortfchleudern.

Durch die Bewegung der Luft wird eine Verminderung des Drucks derfelben beim Eintritt in das Flügel- oder Schaufelrad in bezug auf die umgebende bezw. die den Ventilator verlaffende Luft erzeugt. Diefer Spannungsunterfchied heißt bei faugenden Ventilatoren Depreffion, bei blafenden Ueberdruck oder Preffung. Beide Werte werden von der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

atmofphärifchen Spannung aus (abwärts oder aufwärts) gemeffen und meiftens in Millimetern Waffersäule 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.

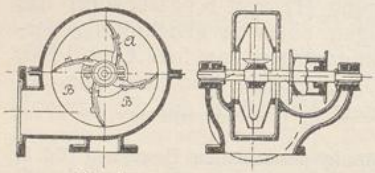


Fig. 1. Fig. 2.

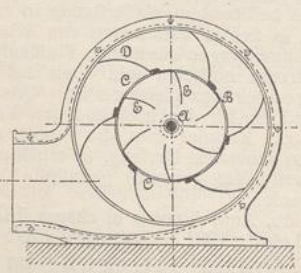


Fig. 3.

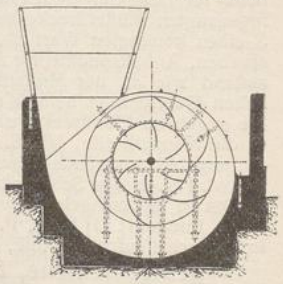


Fig. 4.

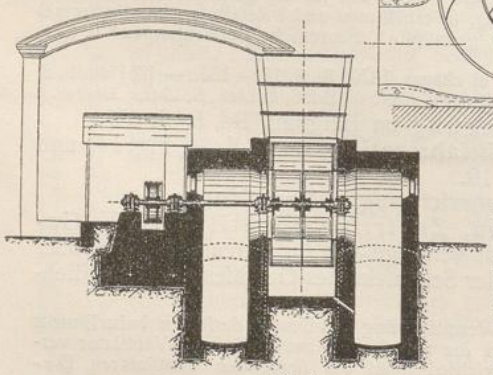


Fig. 5.

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 Querſchnitt 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 %.

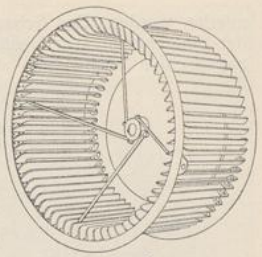


Fig. 6.

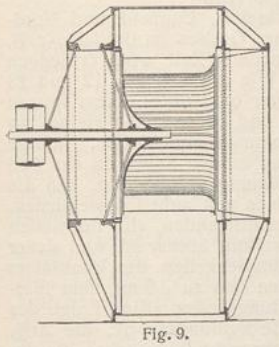


Fig. 9.

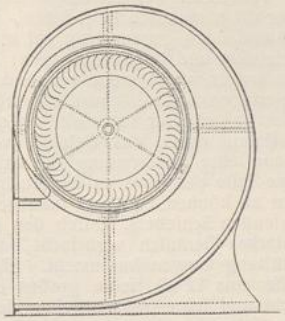


Fig. 8.

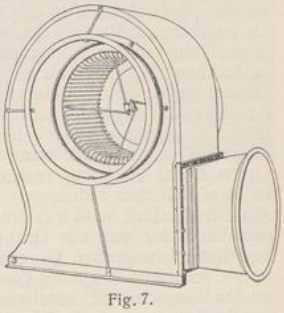


Fig. 7.

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 %.

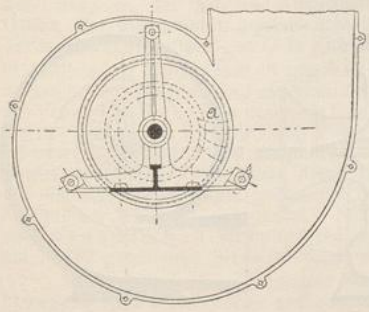


Fig. 10.

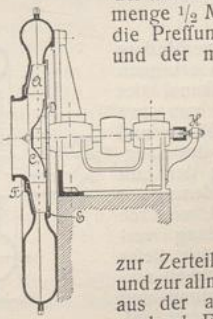


Fig. 11.

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.

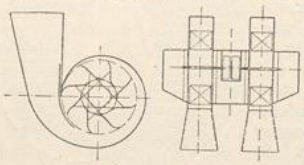


Fig. 12 und 13.

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].

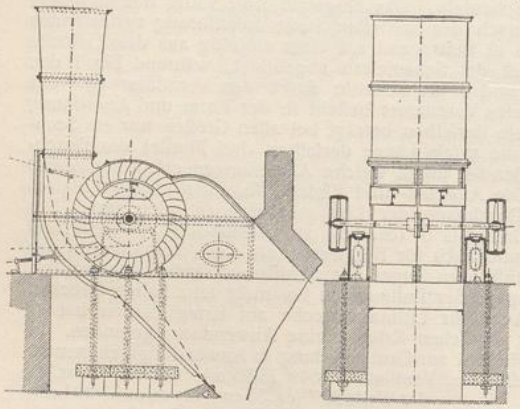


Fig. 14 und 15.

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].

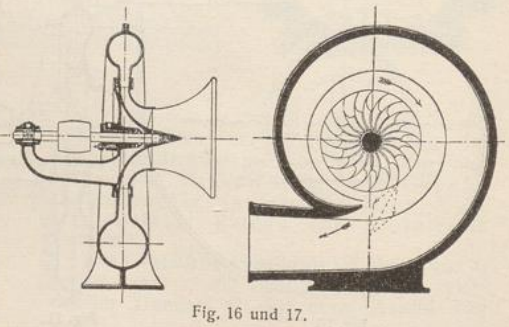


Fig. 16 und 17.

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].

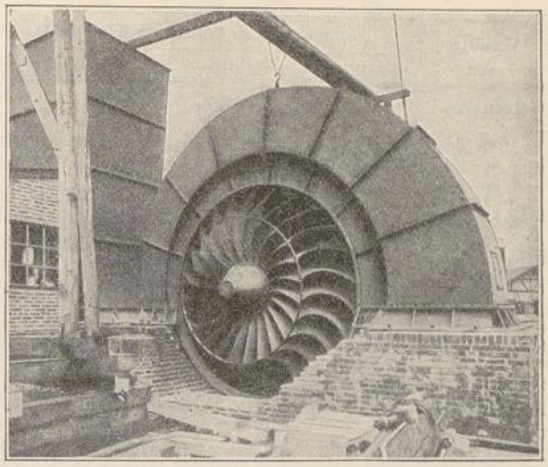


Fig. 18.

Der **Rateau-Ventilator** (Fig. 16 und 17) hat ſowohl bezüglich ſeiner einſeitigen Luftzuführung als auch hinſichtlich der Schaufelauslaufrichtung einige Aehnlichkeit mit dem Geisler'ſchen 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 raſchlaufenden 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.

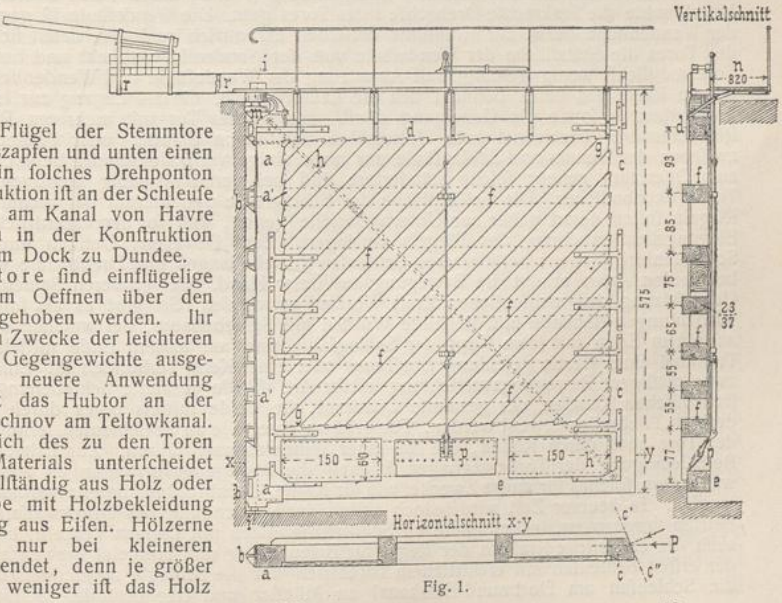


Fig. 1.

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

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

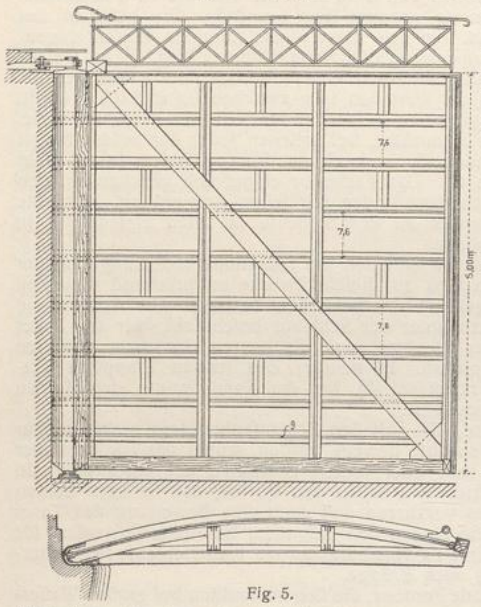


Fig. 5.

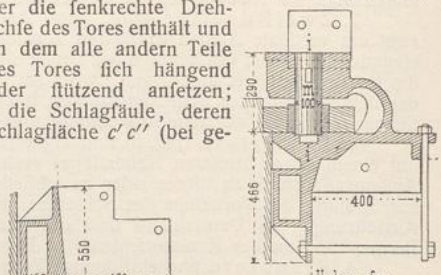


Fig. 3.

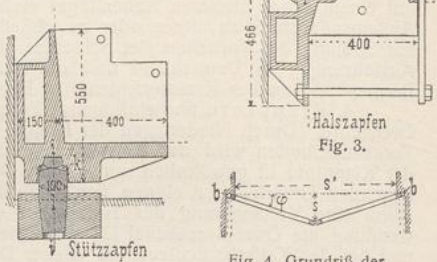


Fig. 2.

Fig. 4. Grundriß der Stemmtore.

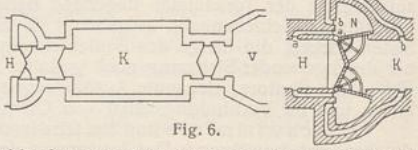


Fig. 6.

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.

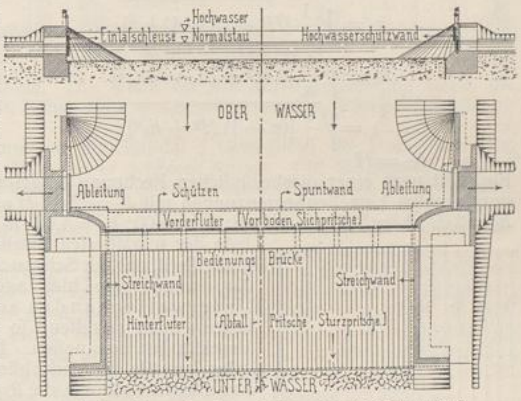


Fig. 1. Allgemeine Anordnung eines Schützenwehres.

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 $W = A$:

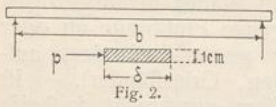


Fig. 2.

$$\delta = 0{,}0035 \cdot b\sqrt{H}\,, \qquad 2.$$

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:
$h_0 = 2{,}00$; $h_1 = 2{,}83$; $h_2 = 3{,}46$; $h_3 = 4{,}00$; $h_4 = 4{,}49$; $h_5 = 4{,}90$; $h_6 = 5{,}29$; $h_7 = 5{,}65$; $h_8 = 6{,}00$.

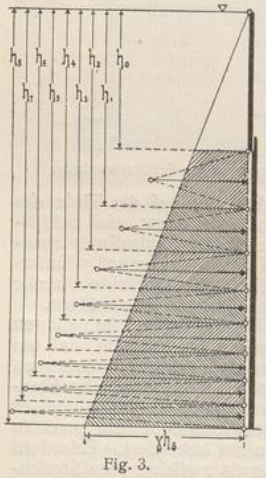


Fig. 3.

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.

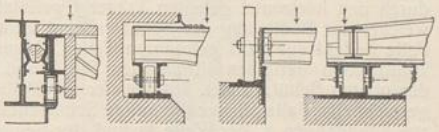


Fig. 5. Führung von Rollschützen.

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.

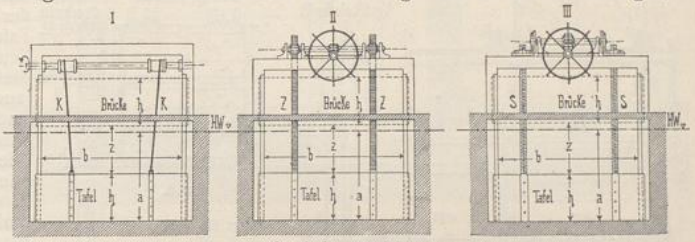


Fig. 6. Aufzugvorrichtungen.

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.

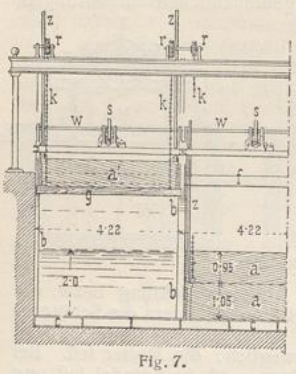


Fig. 7.

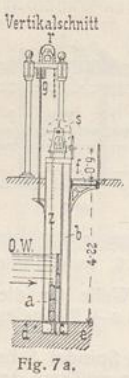


Fig. 7a.

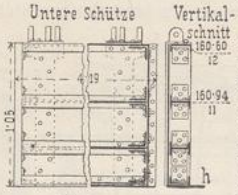


Fig. 8.

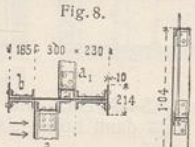


Fig. 10.

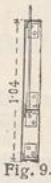


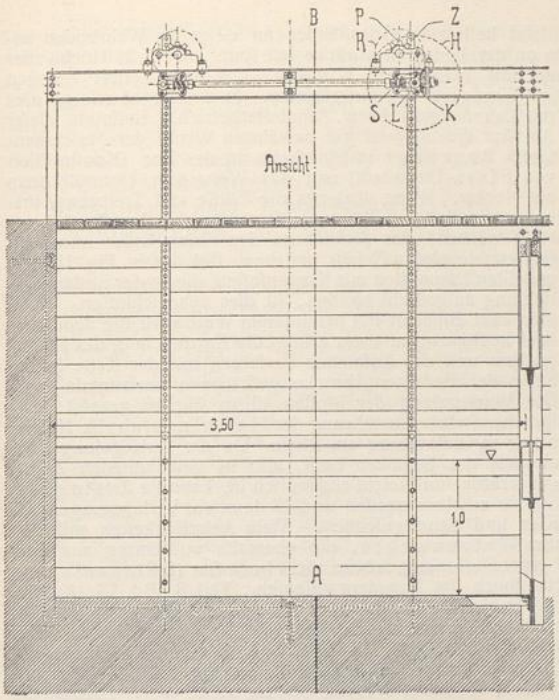
Fig. 9.

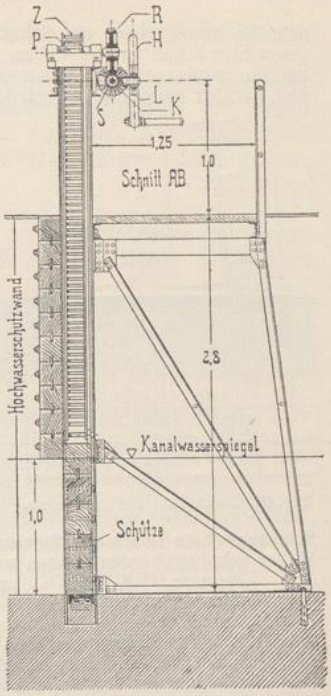
Fig. 11 zeigt im Grundriß, Aufriß und Schnitt eine **einfache Kanaleinlauffchütze** mit Hochwaſſerſchutzwand und Zahnleiteraufzug, für Handbetrieb eingerichtet. Die Einzelteile ſind mit Buchſtaben und Zuſchriften erläutert; die Geſamtanordnung dürfte ohne weiteres verſtändlich ſein und hat ſich gut bewährt.

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 Pfeilernifchen 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-





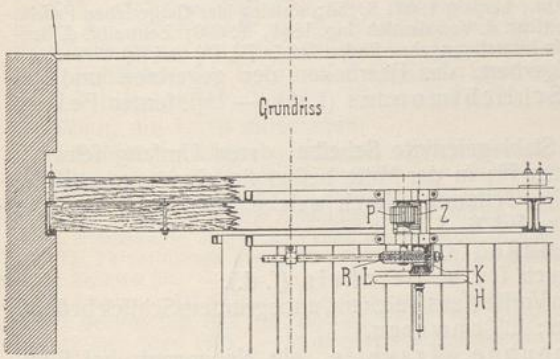


Fig. 11. Kanaleinlaufschütze mit Hochwasserschutzwand. *H* Handrad zum Aufziehen. *Z* Zahnleiter. *P* Zahnrad mit Eingriff in die Zahnleiter. *KL* Kegelräder zur Ueberfetzung. *S* Schnecke zum Antrieb. *R* Schneckenrad.

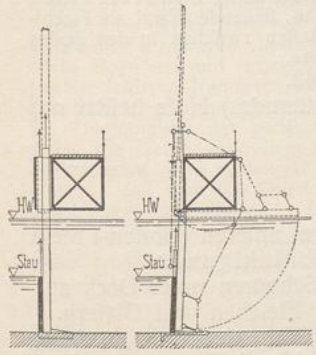


Fig. 14. Fig. 15.
Schematifche Darftellung der Losftänder.

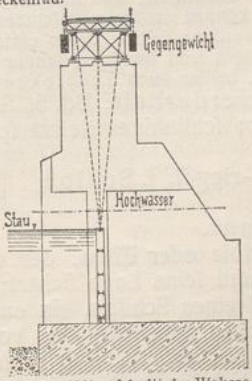


Fig. 12. Höhenfchnitt des Wehres bei Beznau.

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

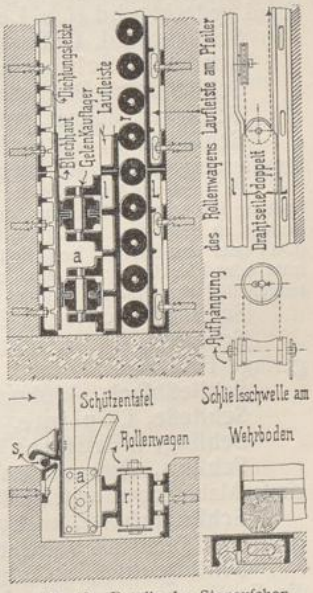


Fig. 13. Details des Stoneyfchen Wehres bei Beznau.

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).

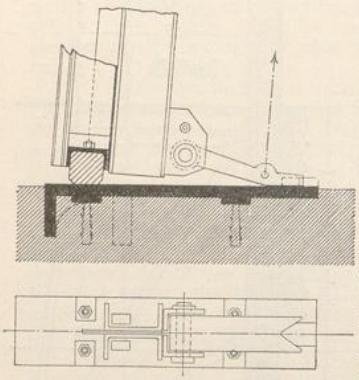


Fig. 16. Einklinkung des Losſtänders.

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 Reservepardune, welche bei starkem Schlingern des Schiffes zur Sicherung der Stenge gesetzt 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 Ueberfetzung 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.*

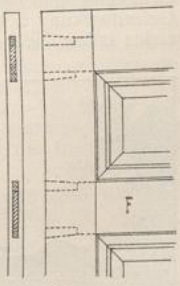
Schlitten, im Bergbau, s. Grubenförderung, Bd. 4, S. 641.

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

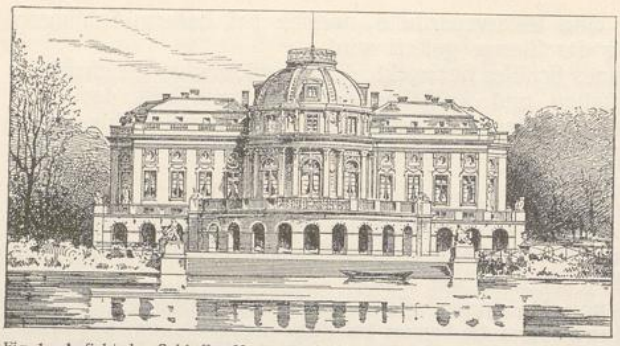


Fig. 1. Anficht des Schloffes Monrepos bei Ludwigsburg von der Seefeite aus.

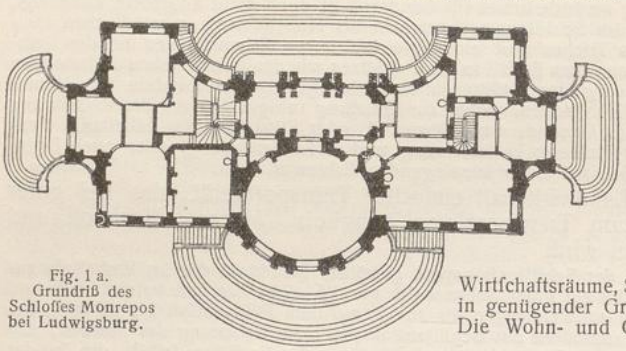


Fig. 1 a. Grundriß des Schloffes Monrepos bei Ludwigsburg.

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

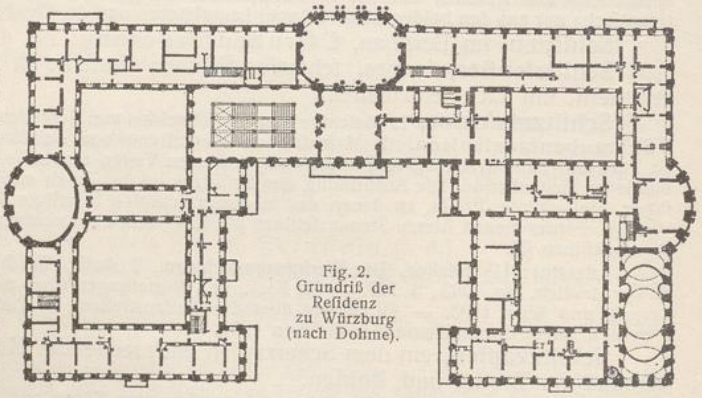


Fig. 2. Grundriß der Refidenz zu Würzburg (nach Dohme).

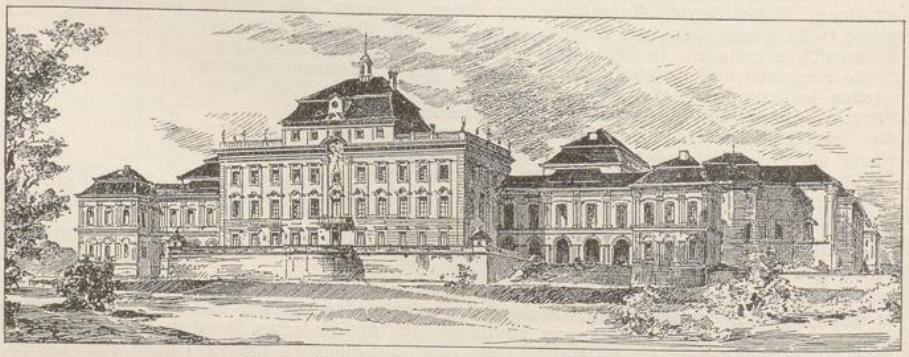


Fig. 3. Nördliche Anficht des Schloffes Ludwigsburg.

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-

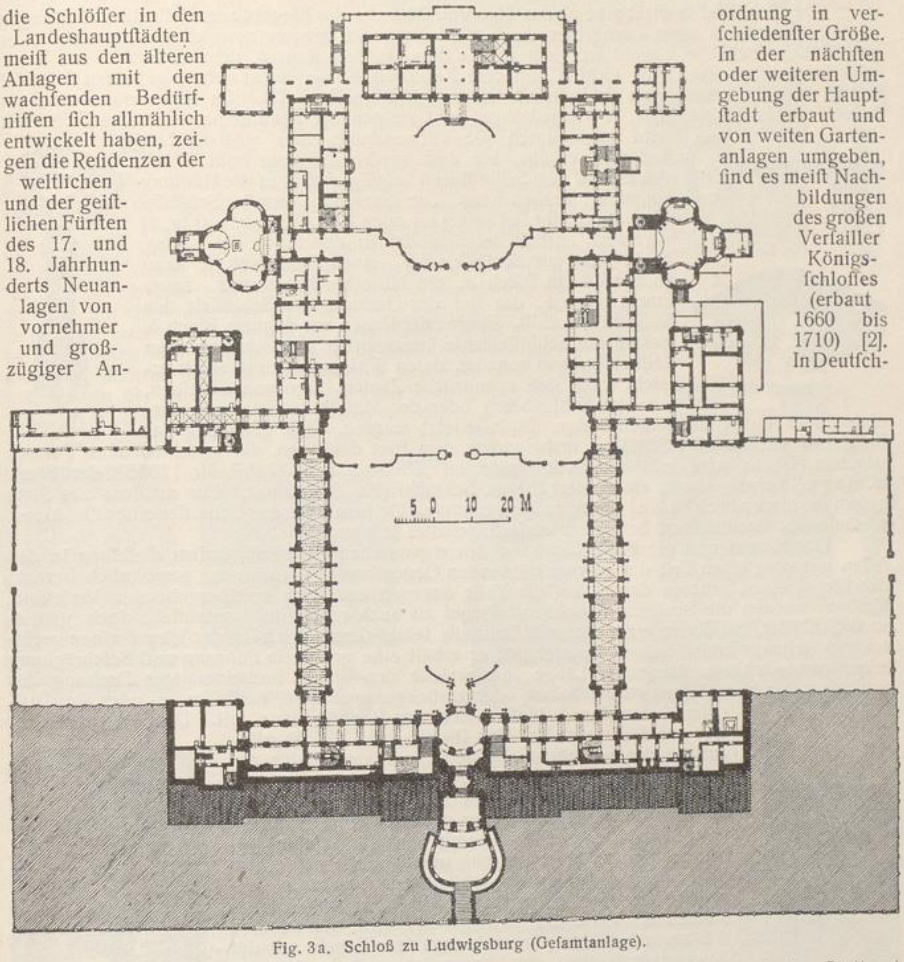


Fig. 3a. Schloß zu Ludwigsburg (Geſamtanlage).

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.

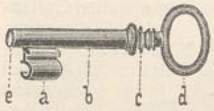


Fig. 1.

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.

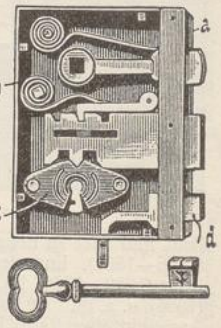


Fig. 5.

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].

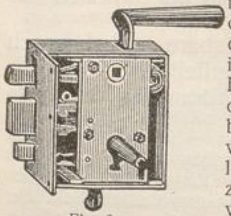


Fig. 6.

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.

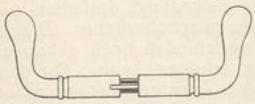


Fig. 7.

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.

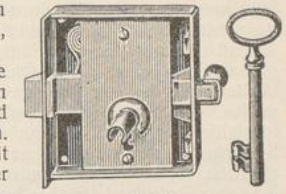


Fig. 8.

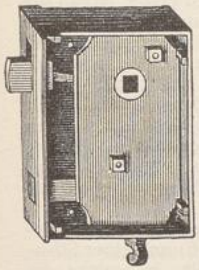


Fig. 9.

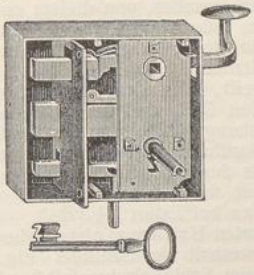


Fig. 10.

Fig. 12.

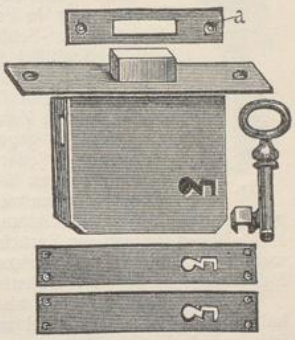


Fig. 11.

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.

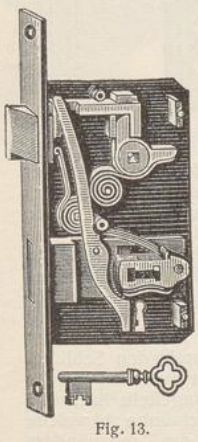


Fig. 13.

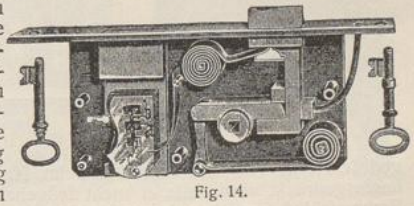


Fig. 14.

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

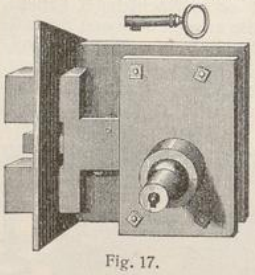


Fig. 17.

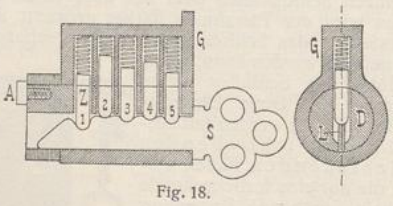


Fig. 18.

Fig. 19.

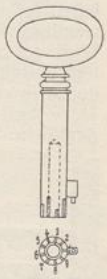


Fig. 16.

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

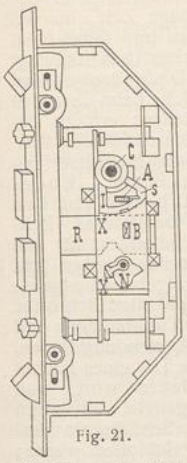


Fig. 21.

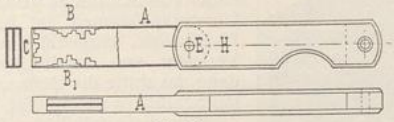


Fig. 20.

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.

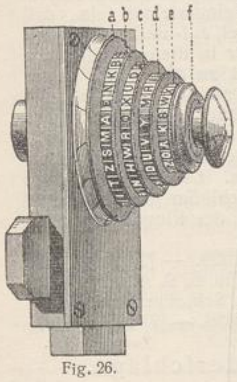


Fig. 26.

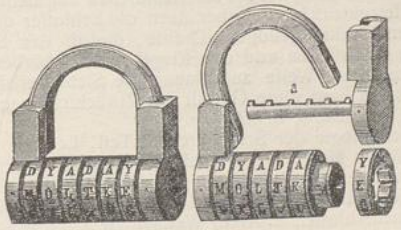


Fig. 25.

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 Geldſchrankfpezialfabriken 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.

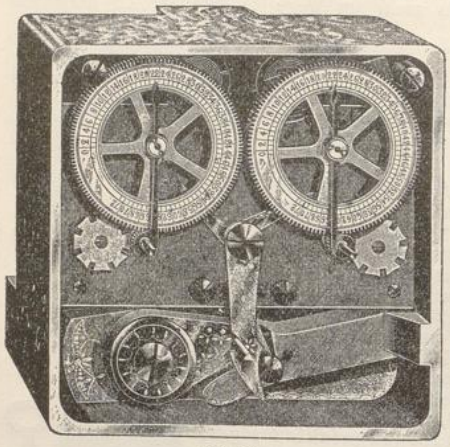


Fig. 27.

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	Feft bei 0° 1000 v	Schmelzpunkt t^0	Feft bei t^0 1000 σ	Flüffig bei t^0 1000 s	Differenz $u = s - \sigma$	Beobachter
Waffer . .	1,09082	0	1,09082	1,00013	— 0,09069	Bunfen
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 Waffers beim Gefrieren erklären fich manche Erfcheinungen bei eintretendem Froft (Brüche von Wafferleitungsröhren u. f. w.), während die beobachtete Volumenzunahme oder Dichtigkeitsabnahme des Zinns beim Schmelzen dazu zwang, das Schwimmen des feften Zinns auf dem flüffigen unabhängig vom Gewicht zu erklären [8], S. 234, [16], S. 654. — Nach obigen Refultaten würde z. B. die äußere Schmelzwärme des Waffers $A p u = - A \cdot 10333 \cdot 0{,}00009069 = 0{,}00221$ Kalorien und die innere Schmelzwärme des Waffers $\varrho = 80 + 0{,}00221$ Kalorien, fo daß der Wert der äußeren Schmelzwärme innerhalb der Fehlergrenzen der ganzen Schmelzwärme $r = 80$ Kalorien liegt. Weitere Werte von s, σ, u f. 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 wachfendem Drucke p zu oder ab, je nachdem die Volumendifferenz $u = s - \sigma$ pofitiv oder negativ ift. Für Waffer ergibt fich mit den obenangeführten r, u, wenn p in Atmofphären ausgedrückt werden foll,

$$\frac{dt}{dp} = - \frac{0{,}00009069 \cdot 273 \cdot 10333}{80 \cdot 424} = - 0{,}00754,$$

wonach die Schmelztemperatur durch eine Druckerhöhung um $\Delta p = 1$ Atmofphäre um etwa 0,00754° erniedrigt würde und bei konftantem $\frac{dt}{dp}$ für eine Schmelzpunktsänderung um $\Delta t = -1°$ eine Druckänderung $\Delta p = 133$ Atmofphären nötig wäre. Thomfon erhielt durch Druckänderungen von 1 auf 8 und 16,8 Atmofphären Schmelzpunktserniedrigungen des Waffers von durchfchnittlich 0,00810 und 0,00815° pro Atmofphäre [4], und Mouffon konnte durch fehr ftarken Druck (den er auf 13000 Atmofphären fchätzte) den Schmelzpunkt um 18—20° herabfetzen [6]. Umgekehrt follte man nach 2. bei pofitivem u flüffige Körper durch bloßen Druck (ohne Temperaturänderung) in feften Zuftand überführen können, was Amagat mit Tetrachloräthylen C_2Cl_4 bei $t = -19{,}5°, 0°, 10°, 19{,}5°$ durch Drücke von $p = 210, 620, 900, 1160$ Atmofphären fowie mit Benzol C_6H_6 gelang [11]. Daß bei pofitivem u der Schmelzpunkt mit wachfendem Druck fteigt, wurde vielfach durch Verfuche beftätigt. So fand Hopkins bei 1, 519, 792 Atmofphären für Walrat $t = 51°, 60°, 80{,}2°$, für Stearin $t = 72{,}5°, 73{,}6°, 79{,}2°$. Weitere Refultate und Literatur f. [16], S. 666, [23], S. 780.

Literatur: [1] Gehler, Phyfikalifches Wörterbuch, III, Leipzig 1827, S. 90, Artikel Eis. — [2] Perfon, 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] Thomfon, J., Theoretical considerations regarding the effect of pressure in lowering the freezing point, Edinburgh Transactions 1849, XVI, S. 5. — [4] Thomfon, 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] Clauius, Notiz über den Einfluß des Drucks auf das Gefrieren der Flüffigkeiten, Poggend. Ann. 1850, LXXXI, S. 168 (oder Die mechanifche Wärmetheorie, I, Braunfchweig 1887, S. 168). — [6] Mouffon, Einige Tatfachen, betreffend das Schmelzen und Gefrieren des Waffers, 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] Wroblewfki und Olfzewski, Ueber die Verflüffigung des Sauerftoffs, Stickftoffs und Kohlenoxyds, ebend. 1883, XX, S. 243 (f. a. 1885, XXV, S. 371). — [10] Olfzewski, 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] Nernft und Heffe, Siedepunkt und Schmelzpunkt, ihre Theorie und praktifche Verwertung, Braunfchweig 1893. — [15] Toepler, Volumenänderung beim Schmelzen, Wiedemanns Ann. 1894, LIII, S. 343. — [16] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyfik, II, Die Lehre von der Wärme, Leipzig 1896, S. 643, 883. — [17] Pfaundler, Müller-Pouillets Lehrbuch der Phyfik und Meteorologie, Bd. 2, Braunfchweig 1898, S. 150. — [18] Holborn und Day (Reichsanftalt), Ueber Luftthermometer bei hohen Temperaturen, Annalen der Phyfik 1900, II, S. 505 (Schmelzpunkte von Metallen S. 523). — [19] Tamman, Kriftallifieren und Schmelzen, Leipzig 1903. — [20] Landolt-Börnfteins Phyfikalifch-chemifche Tabellen, Berlin 1905, S. 255, 268, 293, 296, 314, 470. — [21] v. Panayeff, Ueber die Beziehung des Schmelzpunktes zur Wärmeausdehnung der Metalle, Annalen der Phyfik 1905, XVIII, S. 210, 868. — [22] Chwolfon, Lehrbuch der Phyfik, Bd. 3, Braunfchweig 1905, S. 580. — [23] Winkelmann, Handbuch der Phyfik, 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 Erftarrung und Umwandlung von Eifenkohlenftofflegierungen und deren Beobachtung auf metallographifchem Wege, Halle 1907 (Referat des Verfaffers in „Stahl und Eifen" 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-

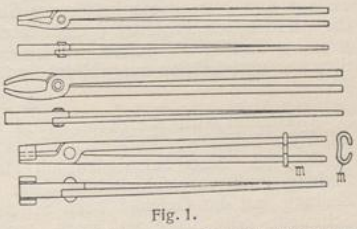


Fig. 1.

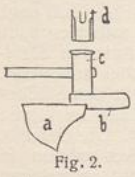


Fig. 2.

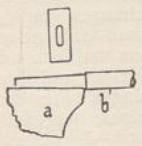


Fig. 3.

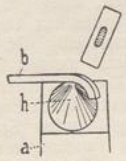


Fig. 4.

Fig. 5.

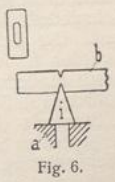


Fig. 6.

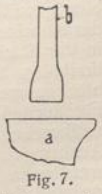


Fig. 7.

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*

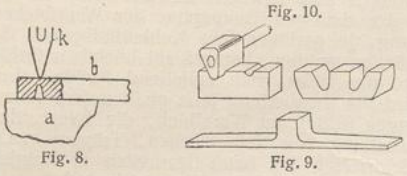


Fig. 8.

Fig. 9.

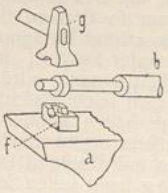


Fig. 11.

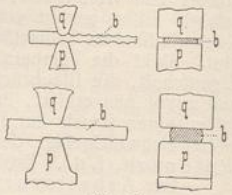


Fig. 13.

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

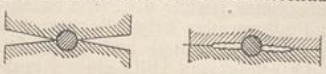


Fig. 14 und 15.

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

verſchiedenen Formen, die ein urſprünglich rechteckiger Querſchnitt bei Bearbeitung a) unter einem leichten, b) unter einem ſchweren Hammer, c) unter einer Preſſe annimmt (Fig. 16). Die Wichtigkeit einer Verdichtung auch der inneren Partien bei großen Blöcken geht aus folgendem hervor: Die Herſtellung der großen Flußeiſen- und Stahlblöcke erfolgt durch Gießen, wobei infolge des langſamen Erſtarrens das Gefüge der Blöcke grobkriſtalliniſch wird. Durch die Bearbeitung der Blöcke in warmem Zuſtand verwandelt ſich das grobe Gefüge in ein feinkörniges; Dehnung und Zähigkeit des Materials nimmt hierbei infolge der Bearbeitung beträchtlich zu, in geringerem Maße auch die Feſtigkeit. So zeigten die aus einer gebrochenen Nickelſtahlwelle von 406 mm Durchmeſſer (Fig. 17), die mittels Dampfhammer auf einem Block von 762 mm Durchmeſſer geſchmiedet war, entnommenen Proben folgende Dehnungen:

Fig. 16.

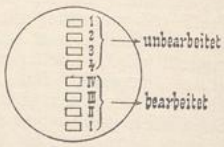


Fig. 17.

1. . . . 21,4% | 2. . . . 5,5% | 3. . . . 4,9% | 4. . . . 2,0%

Man ſieht aus dieſen Zahlen deutlich die nur auf die Oberfläche ſich erſtreckende veredelnde Wirkung der Bearbeitung mittels des Hammers; weitere aus dem gleichen Stück entnommene Proben, die vor der Unterſuchung entſprechend 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 iſt alſo der geringen Dehnungsfähigkeit des Materials zuzuſchreiben, die durch eine durchgreifende Bearbeitung ſtark verbeſſert werden kann. Der auf das Material ausgeübte Druck muß alſo eine ſolche Stärke beſitzen, daß er bis in die Mitte des Blockes eindringt und ein Wandern, Fließen des Metalls durch die ganze Maſſe hindurch hervorruft, ſo daß die Struktur des Arbeitsſtückes eine durchaus gleichmäßige wird. Da dieſes Fließen eine gewiſſe Zeit braucht, muß auch der Druck entſprechend lang aufrechterhalten werden, eine Forderung, der am beſten die hydrauliſchen Schmiedepreſſen gerecht zu werden vermögen (ſ. unten) (beim Schweißeiſen kam es nicht ſo ſehr auf dieſe eingehende Bearbeitung des Materials an, weil die großen Schweißeiſenblöcke aus mehreren kleineren, leicht genügend durchzuarbeitenden Stücken zuſammengeſchweißt wurden und es hauptſächlich auf ein Herausquetſchen der Schlacke aus den Schweißfugen ankam). — Ein weiterer Nachteil der Dampfhämmer iſt die ungünſtige Ausnutzung der mechaniſchen Arbeit, von der ein großer Teil auf das Einrammen der Schabotte und des Hammerklotzes in das Fundament verwendet wird. Eine weitere Verſtärkung der Schabotte bringt nur ein weiteres Anwachſen der ohnehin hohen Fundamentkoſten eines Dampfhammers mit ſich. Da ferner die Schabotte die Wirkung des Schlages nicht vollſtändig zu dämpfen vermag, ſind die durch den Hammer hervorgerufenen Erſchütterungen ſehr ſtark und für dieſen ſelbſt wie für das Hammergebäude und deſſen Nachbarſchaft ſehr nachteilig und läſtig. Ein weiterer Vorteil der Preſſen gegenüber den Hämmern liegt darin, daß erſtere infolge ihrer kräftigeren Wirkung eine geringere Zeit zur Herſtellung eines Schmiedeſtückes benötigen als letztere. Die Formänderungsarbeit wird bei den Preſſen gewöhnlich durch einen einzigen ſtarken Druck der Preſſe verrichtet, während bei Hämmern zahlreiche Schläge nötig ſind; die Preſſe leiſtet alſo die Formänderungsarbeit raſcher, die Arbeit wird beſchleunigt, Zeit und Arbeitslohn erſpart. Damit iſt für große Stücke, die mehrmals erhitzt werden müſſen, eine Verminderung der erforderlichen Hitzen verbunden, was, abgeſehen 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 Preſſen arbeiten auch genauer als die Dampfhämmer, weil man beim Fertigſchmieden und beim Schlichten gehobelte Parallelſtücke zwiſchen Preßbahn und Unterteil legen kann, die den Hub der Preſſe derart begrenzen, daß eine genau vorgeſchriebene Abmeſſung erreicht wird, ohne daß, wie beim Dampfhammer, tiefer gehende Schläge Brüche und unreine Stellen verurſachen.

Ueber die Größe der Kraft, mit der die langſam bewegten Preßteile gegen das Arbeitsſtück geführt werden müſſen, geben Verſuche von R. M. Daelen [5] Aufſchluß, die an einer Preſſe mit 1200 t Maximaldruck erhalten wurden. Danach iſt für Flußeiſenblöcke mittlerer Härte von etwa 50—60 kg/qmm Reißfeſtigkeit der nötige Druck für 1 qmm Druckfläche:

ſehr warm, gelb	wenig kälter, dunkelgelb	rot	dunkelrot	braun	beinahe ſchwarz
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 entſprechenden Feſtigkeitsziffern ergibt, daß der zu überwindende Widerſtand etwa 1,4—1,7 mal ſo groß als die Feſtigkeit iſt. Für den Widerſtand, den Schmiedeeiſen der Hammerbahn entgegenſetzt, hat man dagegen den zehnfachen und größeren Betrag der Feſtigkeit gefunden. Die Schmiedepreſſen zeichnen ſich demnach vor den Hämmern auch durch erheblich geringeren Widerſtand der Werkſtücke, alſo geringeren Arbeitsaufwand aus, was, wie früher erwähnt, dem Einfluß der größeren Zeitdauer, während welcher der Preßdruck wirkt, zuzuſchreiben iſt. In guter Uebereinſtimmung mit Daelen fand Sellers [6] 8,4 kg/qmm Stauchdruck für Gelenkbolzenaugen. Der höhere Wert iſt durch die größere Abkühlung am Kopfſtempel erklärlich. Für Werkſtücke, die auch nach der Seite hin eine ſcharfe Ausbildung erfahren ſollen, gibt Haswell [7] für Schmiedeeiſen 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.

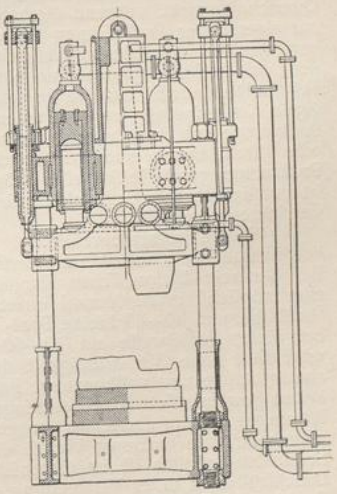


Fig. 18.

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 feststeht, 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.

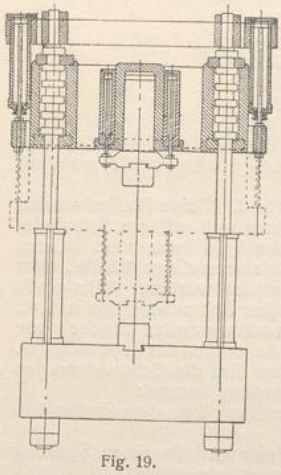


Fig. 19.

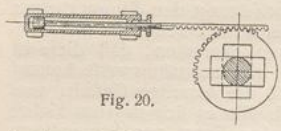


Fig. 20.

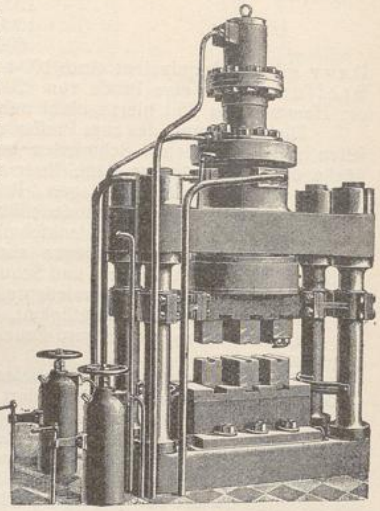


Fig. 21.

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.

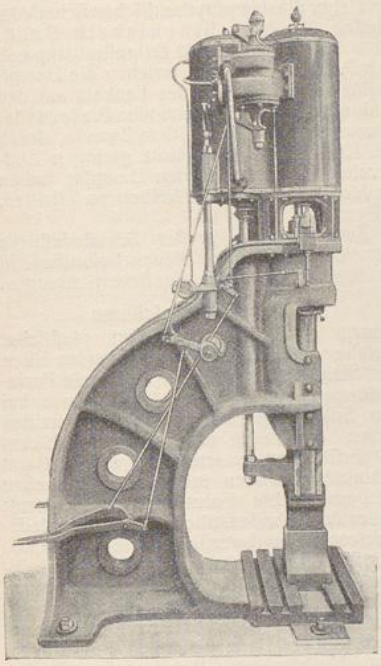


Fig. 23.

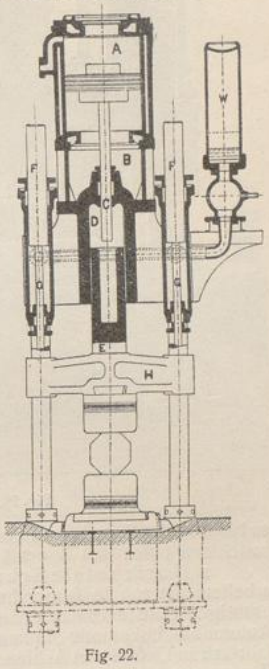


Fig. 22.

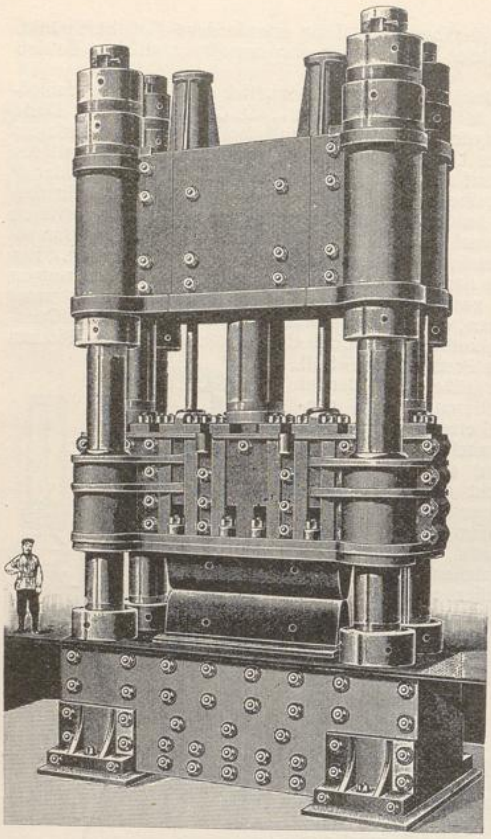


Fig. 24.

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

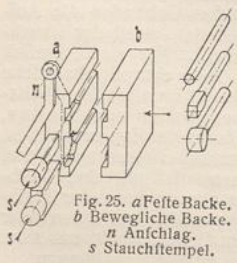


Fig. 25. *a* Feſte Backe. *b* Bewegliche Backe. *n* Anſchlag. *s* Stauchſtempel.

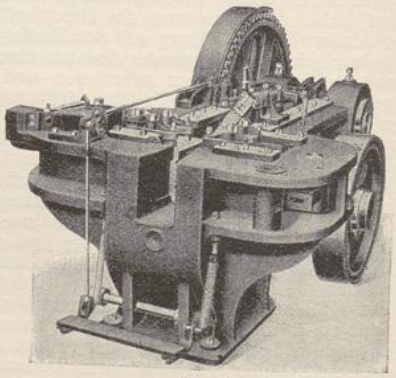


Fig. 26.

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.

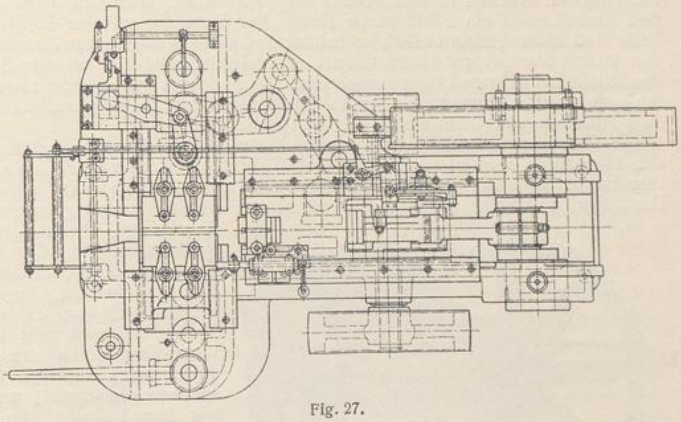


Fig. 27.

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.

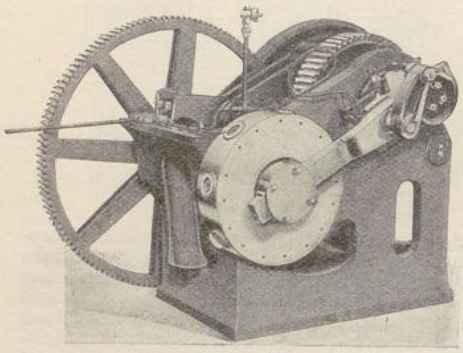


Fig. 28.

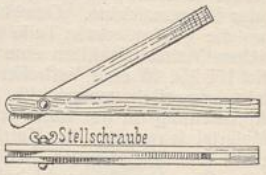
Eine ältere Mafchine zu ähnlichen Zwecken wie die vorhergehenden ift die Preffe von Vincent, deren Stempel durch eine Schraubenfpindel bewegt wird. Näheres hierüber [13].

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. Oeſterr. 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:

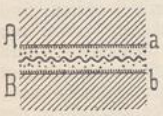


Fig. 1.

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

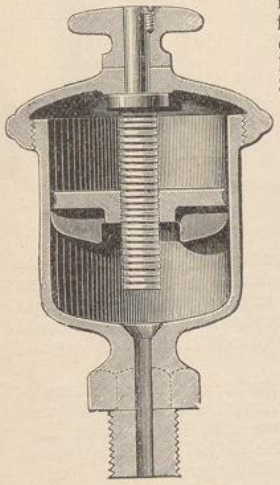


Fig. 2.

Fig. 3.

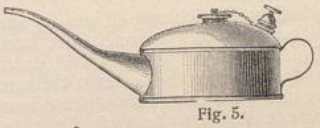


Fig. 5.

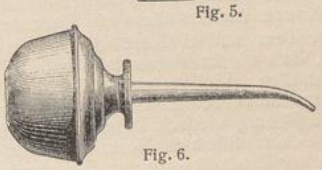


Fig. 6.

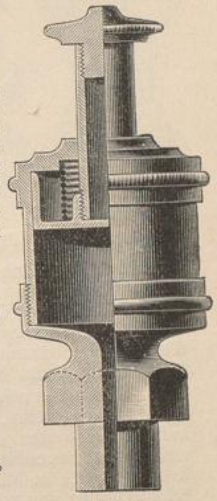


Fig. 4.

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.

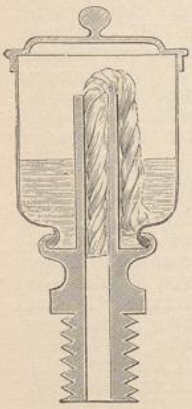


Fig. 7.

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.

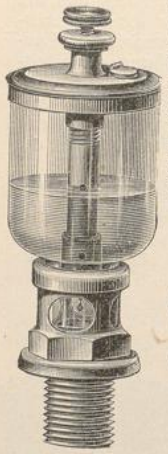


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

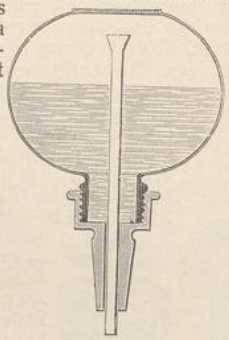


Fig. 8.

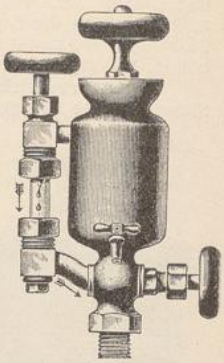


Fig. 12.

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), s. 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.

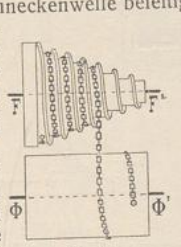


Fig. 1.

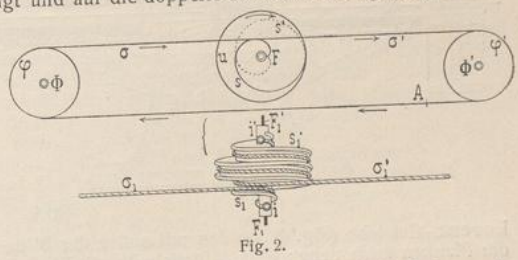


Fig. 2.

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

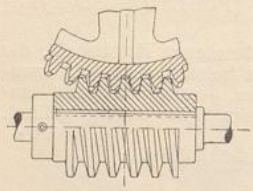


Fig. 1.

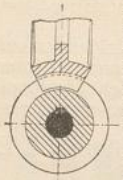


Fig. 2.

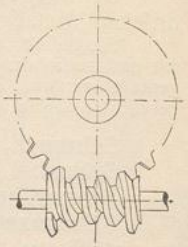


Fig. 3.

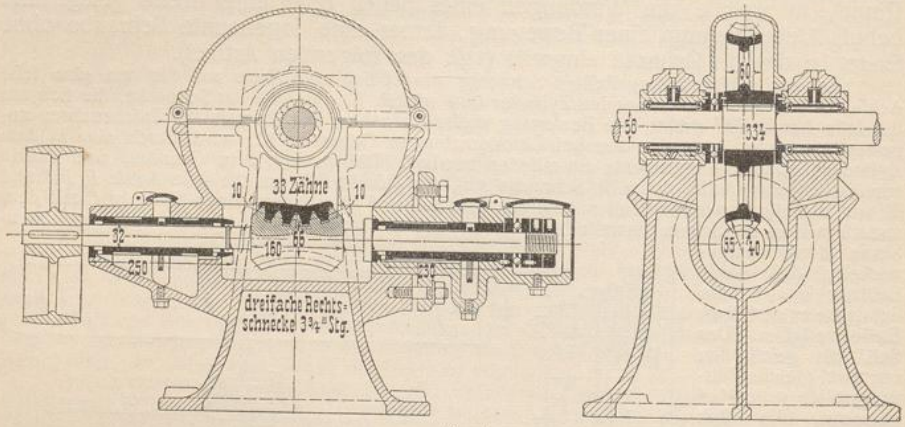


Fig. 4.

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]. Die Pekrun-Getriebe (Fig. 5) enthalten als Radzähne auf radialen Zapfen lose sitzende Rollen, gepaart mit Globoidschrauben [6].

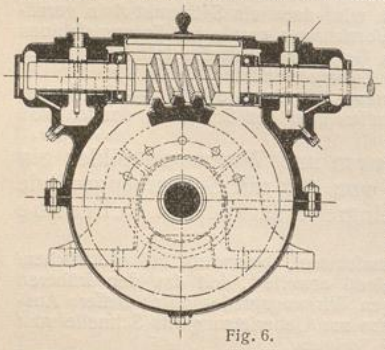


Fig. 6.

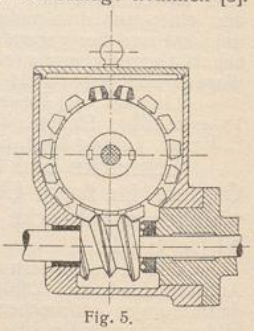


Fig. 5.

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.

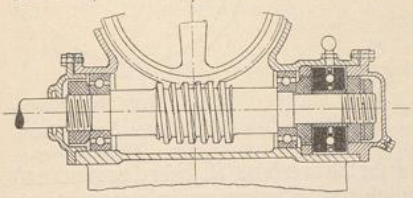


Fig. 8.

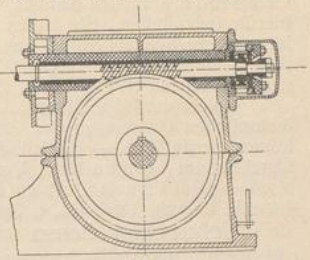


Fig. 7.

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).

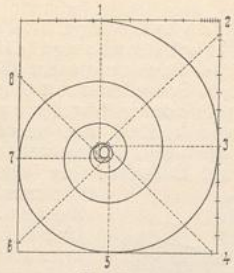


Fig. 2.

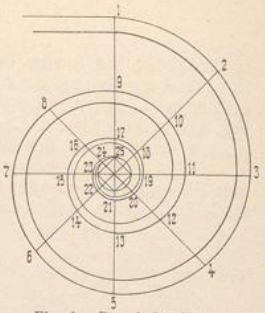


Fig. 1. Regel des Vignola.

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

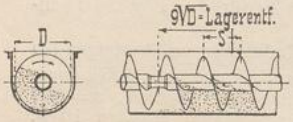


Fig. 1 und 2. Rechtsgängige Schnecke mit Eifentrog.

2,5 m-Abftänden für Schnecken von 100 mm Durchmeffer,
2,5—3 „ „ „ „ „ 150—250 „ „
3 —3,6 „ „ „ „ „ 300—460 „ „

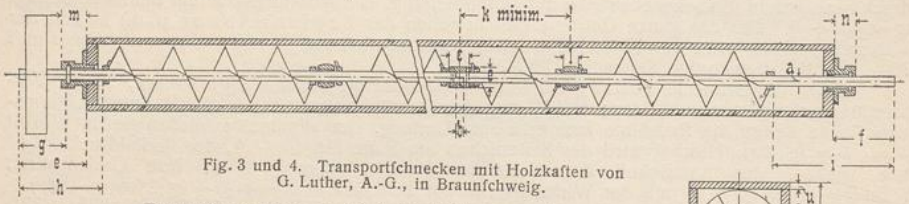
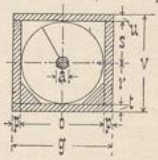


Fig. 3 und 4. Transportfchnecken mit Holzkaften von G. Luther, A.-G., in Braunfchweig.



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.

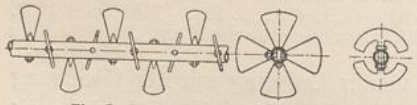


Fig. 5—7. Verftellbare Schnecken.

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

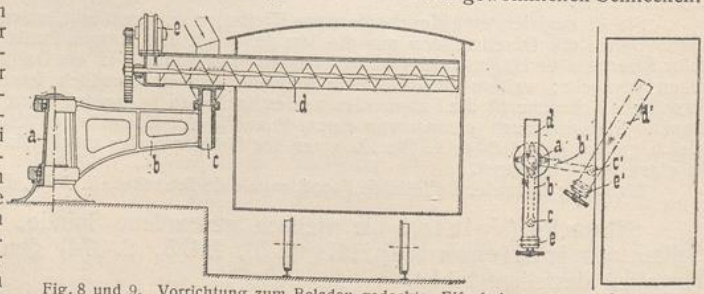


Fig. 8 und 9. Vorrichtung zum Beladen gedeckter Eifenbahnwagen mit Schüttgut von Amme, Giefecke & Konegen, A.-G., in Braunfchweig.

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.

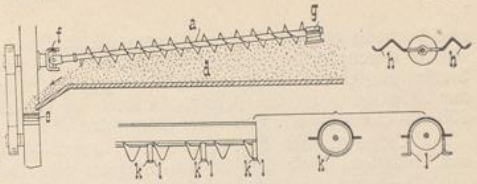


Fig. 10—14. Einrichtungen zum Herbeiholen lofen Schüttgutes für die Fördervorrichtungen (Amme, Giefecke & Konegen, A.-G., in Braunfchweig).

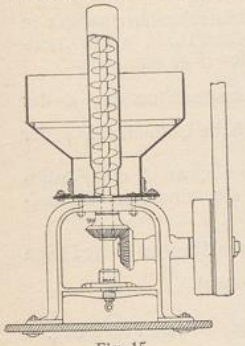


Fig. 15. Senkrechte Schnecke.

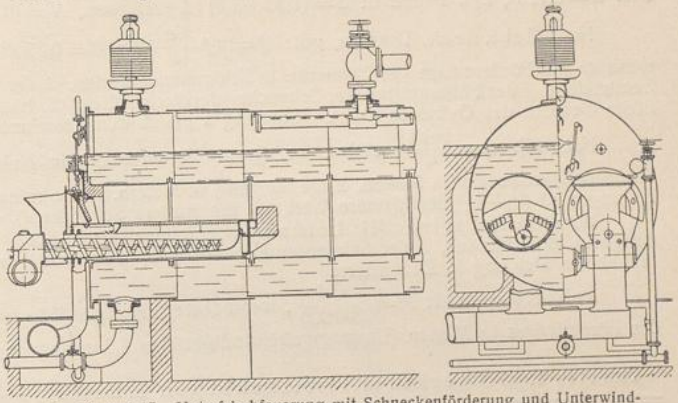


Fig. 16 und 17. Unterfchubfeuerung mit Schneckenförderung und Unterwindgebläfe (konifche Schnecke).

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.

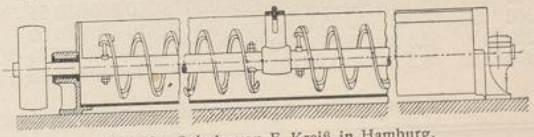


Fig. 18. Spirale von E. Kreiß in Hamburg.

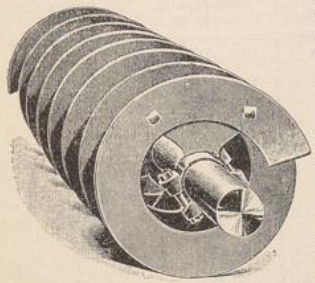


Fig. 19. Flachftahlfpirale von A. Strenge in Hamburg.

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.

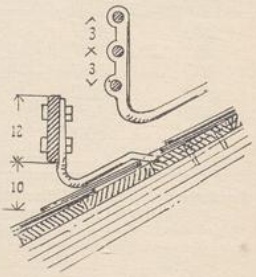
Schnee, kriſtalliniſches Kondenſationsprodukt des atmoſphäriſchen Waſſerdampfes, ebenſo wie die Regentröpfchen Wolken bildend, aus denen er bei Froſt oder wenig über Null liegender Temperatur auf den Erdboden gelangt, falls er auf ſeinem Wege durch die Luft keine Umwandlung in Regen oder Eisregen erfährt.

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-

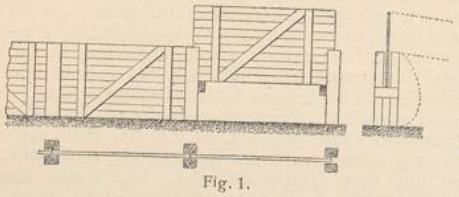


Fig. 1.

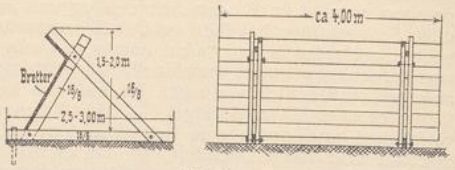


Fig. 2.

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.

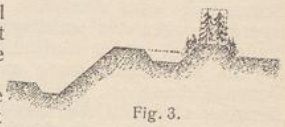


Fig. 3.

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

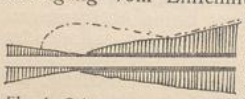


Fig. 4. Schneezaun am Ende eines Einschnitts.

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*).

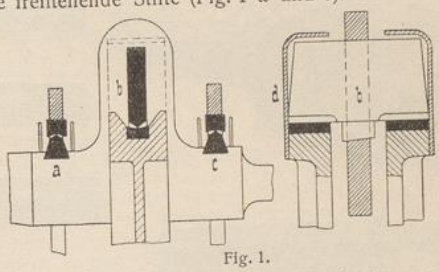


Fig. 1.

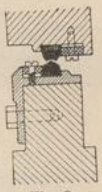


Fig. 2.

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):

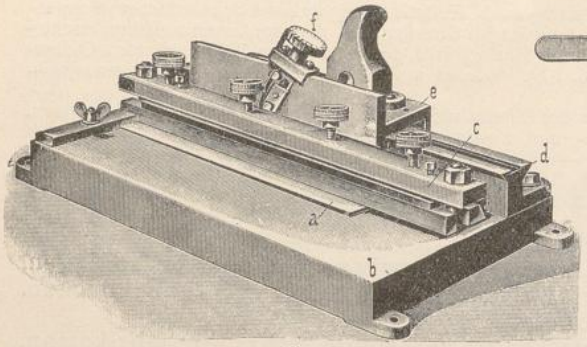


Fig. 1.

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

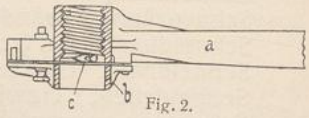


Fig. 2.

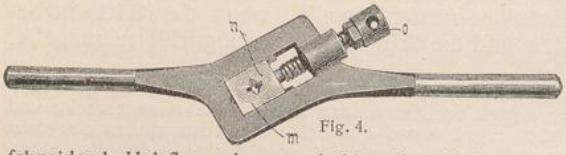


Fig. 4.

Stellſchraube *f* um [eine Spandicke vorgeſchoben iſt.

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,

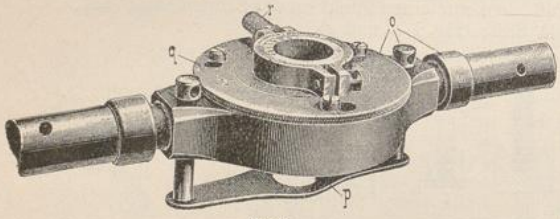


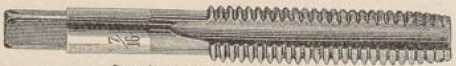
Fig. 5.

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.

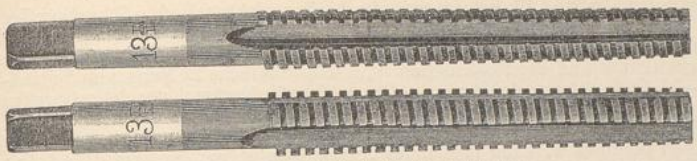


Fig. 14 und 15. Flachgängige Gewindebohrer.

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 H_s die resultierende Horizontalkraft, V_s die resultierende Vertikalkraft, M_s 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:

$$V + V' = \Sigma K = V_0 - V_l, \tag{8.}$$

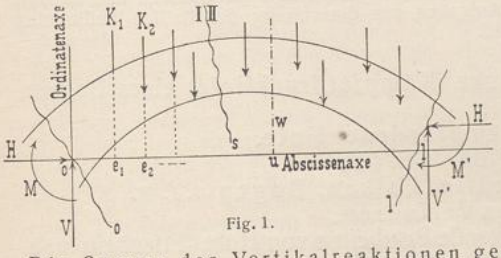


Fig. 1.

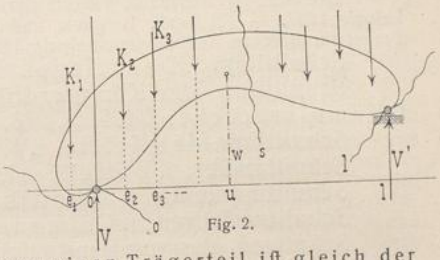


Fig. 2.

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.

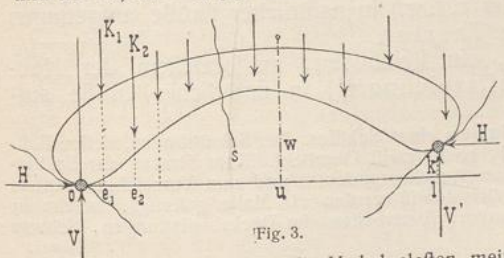


Fig. 3.

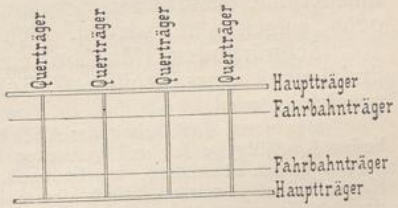


Fig. 4.

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:

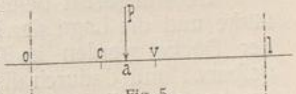


Fig. 5.

$$\sum_0^s K = \sum_0^c P + \frac{1}{v-c}\sum_c^v P(v-a), \qquad \sum_0^s K(u-e) = \sum_0^c P(u-a) + \frac{u-c}{v-c}\sum_c^v P(v-a), \quad 9.$$

$$S = \sum_0^c Pa + \frac{c}{v-c}\sum_c^v P(v-a), \qquad S' = \sum_v^l P(l-a) + \frac{l-v}{v-c}\sum_c^v P(a-c), \quad 10.$$

$$\sum_0^l Ke = \sum_0^l Pa, \qquad \sum_0^l K(l-e) = \sum_0^l P(l-a). \quad 11.$$

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, $\left.\begin{matrix} R_u = \text{äußerer Radius} \\ r_u = \text{innerer } \text{„} \end{matrix}\right\}$ 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.

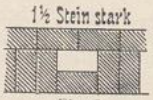


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

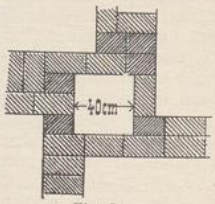


Fig. 5.

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.

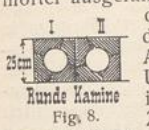


Fig. 8.

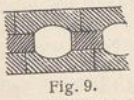


Fig. 9.

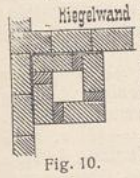
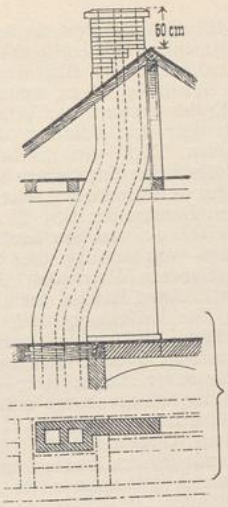


Fig. 10.



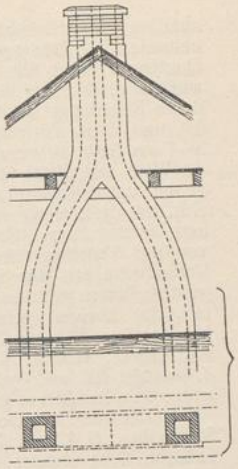


Fig. 6 und 7.

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. ſ. v. w. Kaminſchoß oder -buſen, Rauchfang, Schurz, frühere Einrichtung über offenen Herdfeuern, um den auffteigenden 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.

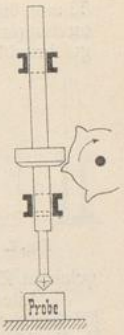


Fig 1.

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.

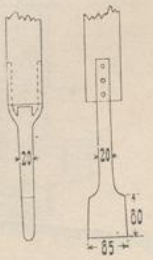


Fig. 2.

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, deſſen Länge und Breite nahezu gleich den lichten Abmeſſungen des Kaſtens ſind und auf das oben ein Eiſen von 50 × 50 mm Querſchnitt aufgeſchraubt iſt. Die Schläge treffen jetzt auf das Eiſen und zwar wird das Schlagwerkzeug nach Fig. 3 mit einem eiſernen Schuh verſehen. Das Schlaggewicht beträgt etwa 15 kg, und das Abſieben erfolgt nach 500, 1000 und 1500 Schlägen.

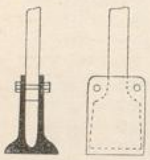


Fig. 3.

Zur Prüfung des Einfluſſes der Witterung (Feuchtigkeit und Froſt) dienen Druckverſuche, bei denen das Probematerial, in ein ſtarkwandiges, eiſernes Rohr von 118 mm lichter Weite zu 100 mm hoher Schicht eingerüttelt, unter einem Stempel von 116 mm Durchmeſſer mit 20 und 40 t belaſtet und dann dem Siebverſuch von neuem unterworfen wird. Die Unterſuchung erfolgt an Material von folgenden vier Zuſtänden: a) getrocknet, b) mindeſtens 2 Stunden in Waſſer gelagert, c) naß 15 mal bei — 12—15° C. ausgefroren und wieder aufgetaut im gefrorenen Zuſtande, und d) wie bei c), aber im aufgetauten Zuſtande. Die Beurteilung erfolgt auch hierbei nach dem Grade der Zertrümmerung.

Literatur: [1] Ann. des ponts et chaussées 1879. — [2] Deutſche Bauztg. 1879. — [3] Schubert, Schwellenquerſchnitt, Schwellenabſtand und Bettungsſtoff im Eiſenbahngleiſe, Berlin 1897. — [4] Rudeloff, Unterſuchung von Kies und Steinſchlag zur Beurteilung ihres Wertes als Stopfmaterial für den Eiſenbahnoberbau, Mitteil. a. d. Kgl. Techn. Verſuchsanſtalten 1897, S. 279. — [5] Derſ., Bericht über die im Auftrage des Herrn Miniſters für Handel und Gewerbe ausgeführten vergleichenden Unterſuchungen von Seilverbindungen im Fahrſtuhlbetrieb, Mitteil. a. d. Kgl. Techn. Verſuchsanſtalten 1893, S. 177.

Rudeloff.

Schotterſchlägel, geſtielter kleiner Hammer aus Gußſtahl, von etwa 0,5 kg Gewicht, mit abgerundeten Schlagflächen, der zur Herſtellung des Kleinſchlags oder Schotters dient.

L. v. Willmann.

Schottſchleuſe, 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].

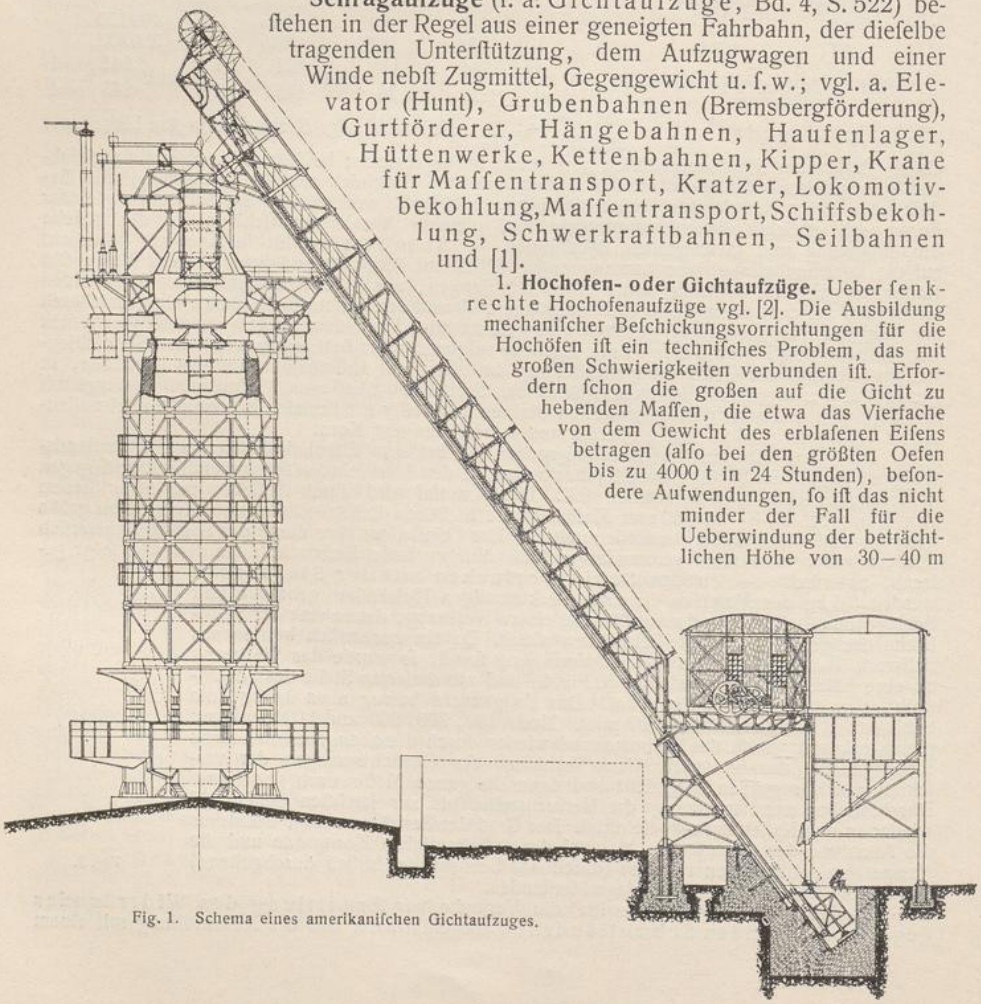


Fig. 1. Schema eines amerikaniſchen Gichtaufzuges.

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,

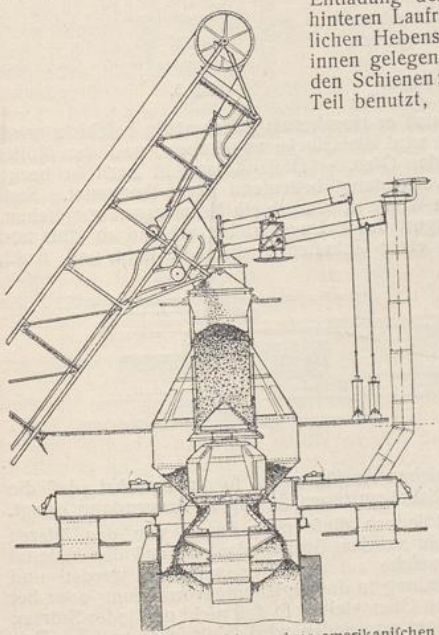


Fig. 3. Beschickungsvorrichtung eines amerikanischen Gichtaufzugs.

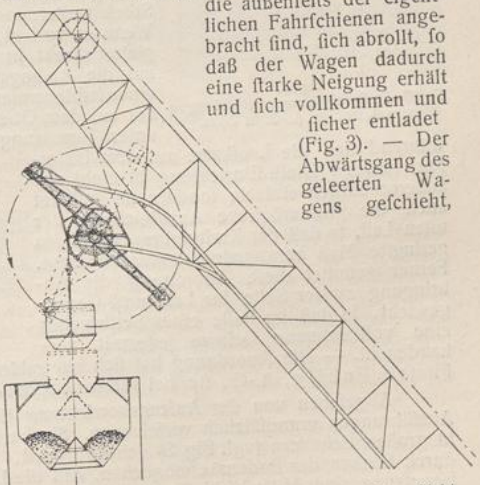


Fig. 4. Beschickungsvorrichtung eines Pohligschen Gichtaufzuges mit direkter Entladung des Fördergutes in den Begichtungsraum, ohne Umschütten.

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.

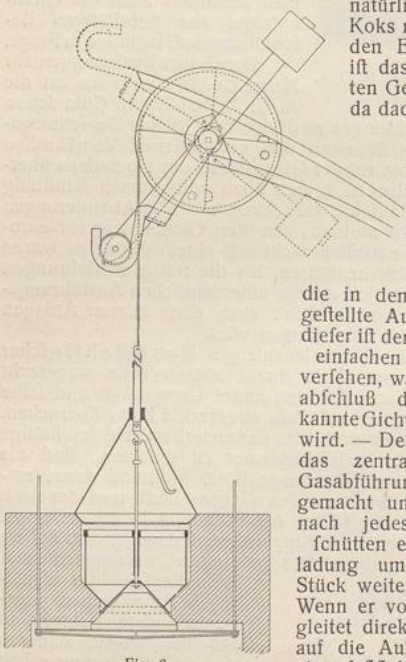


Fig. 6.

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.

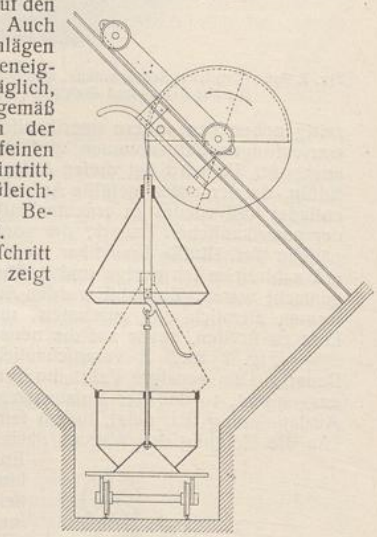


Fig. 5.

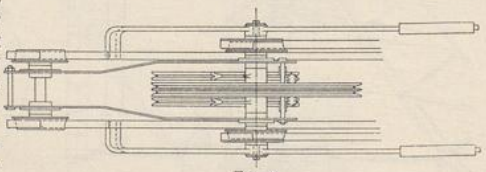


Fig. 7.

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 ift durch eine Panzerkette an einer Laufkatze von rund 3 t Eigengewicht aufgehängt. Fügt man das Gewicht des Gefäßes mit 2 bis 3 t hinzu, fo beträgt die Bruttolaft etwa 8—14 t, je nach der Größe des Ofens und den vorliegenden Verhältniffen. Das Gewicht des Motorwagens ift derart angenommen, daß er fowohl beim Aufwärts- wie beim Abwärtsgang eine annähernd gleiche Zugkraft, alfo etwa die Hälfte der Nutzlaft — bei 6 t Förderung nur rund 3 t —, auszuüben hat. Die Fahrgefchwindigkeit beträgt bis zu etwa 1,5 m/sec. Diefe Laften und Gefchwindigkeiten genügen für alle vorkommenden Fälle; auch bei Oefen mit einer täglichen Leiftung von mehr als 400 t Eifen, wobei immer damit gerechnet wird, daß die Höchftleiftung des Aufzuges mindeftens 50 % größer ift, als dem gewöhnlichen Betriebe entfpricht. — Die Verbindung des Motorwagens mit der Katze wird, wie bereits erwähnt, durch zwei Seile hergeftellt, von denen jedes fo ftark ift, daß es die Laft allein tragen kann, fo daß eine vollftändige Referve vorhanden ift. Diefe Anordnung ift ein befonderer Vorteil des Betriebes mit Motorwagen gegenüber dem früher auch von Pohlig angewendeten Betriebe mit feftftehender Winde, da, wenn man die Laft durch Gegengewichte ausgleicht und jedes durch zwei Seile halten will, man bei feftftehender Winde vier Seiltrommeln haben müßte, was bei den erforderlichen großen Trommeldurchmeffern von 2,5 m und den dicken Seilen praktifch nur fchwer möglich ift. — Die Steuerung des Motorwagens gefchieht 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 ift. Die Abftellung der Fahrt an den beiden Enden des Hubes gefchieht wie bei dem gewöhnlichen, elektrifch betriebenen Gichtaufzug felbfttätig, wobei die Gefchwindigkeit kurz vor den Enden des Hubes felbfttätig fchon etwas ermäßigt wird. — Der Motorwagen ift mit einer elektrifchen Bremfe ausgerüftet, fo daß bei Unterbrechung des Stromes fofort das Ganze mit Sicherheit gefperrt wird.

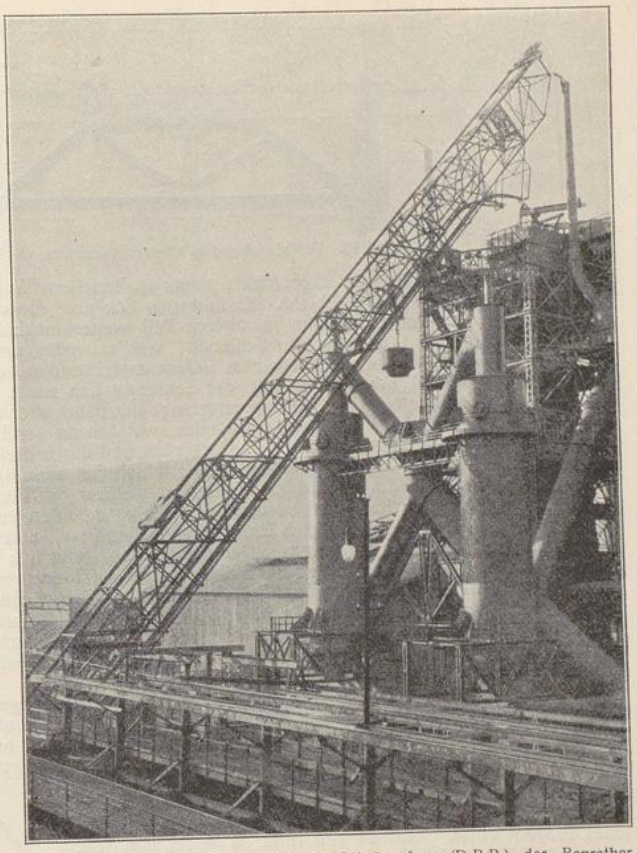


Fig. 8. Elektrifch betriebener Hochofen-Schrägaufzug (D.R.P.) der Benrather Mafchinenfabrik, A.-G. Gewicht der Erzgicht 7000 kg, der Koksgicht 2500 kg, fenkrechte Hubhöhe 42,5 m.

Der Betrieb geht in der Weife vor fich, daß die Rohftoffe in den Förderkübeln bis zu den Aufzügen gefchafft oder daß die Förderkübel am Aufzug durch kleine Wagen von Hand gefüllt werden. Die Förderkübel können auf kleinen Plattformwagen ftehen, die für den Kokstransport unmittelbar bis zu den Koksöfen fahren, fo daß das Material von dem Koksofen bis in die Begichtungseinrichtung bezw. den Hochofen keinerlei Umfchüttung erfährt. Die Kübel können entweder von Hand gefüllt werden oder durch Ladefchurren aus Hochbehältern, oder endlich in dem Fall, daß mehrere Sorten Erz für eine Begichtung verwendet werden und eine Möllerung unmittelbar im Kübel nicht erwünfcht ift, aus kleinen Wagen, die rund um den mit feiner Oberkante in Höhe der Werkfohle befindlichen Behälter herumfahren und das Gut in derfelben Weife verteilen, wie es jetzt auf der Gicht in bekannter Weife gefchieht, wobei nur der Unterfchied befteht, daß diefe Arbeit jetzt unten unter guter Aufficht erfolgt, während fie fonft ohne Aufficht auf der Gicht ausgeführt wurde. Die Zubringerwagen werden natürlich den jeweiligen Verhältniffen angepaßt. Beim Heranbringen der gefüllten Kübel mittels Plattformwagens wird der leere Kübel auf einen freien Platz diefes Wagens aufgefetzt; darauf wird ein voller Kübel angehängt und aufgenommen, indem der Motorwagen auf dem Obergurt des Aufzugsgerüftes abwärts, die Laufkatze auf ihrer Bahn aufwärts fährt. Die Räder der Laufkatze find vorn breiter als hinten, und es find an dem oberen Ende des Aufzuges an jeder Seite

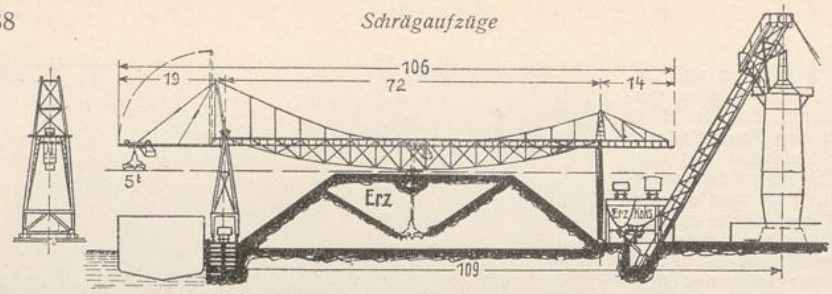


Fig. 9 und 10. Verladeanlagen in Conneaut Harbor. (Maße in Metern.)

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-

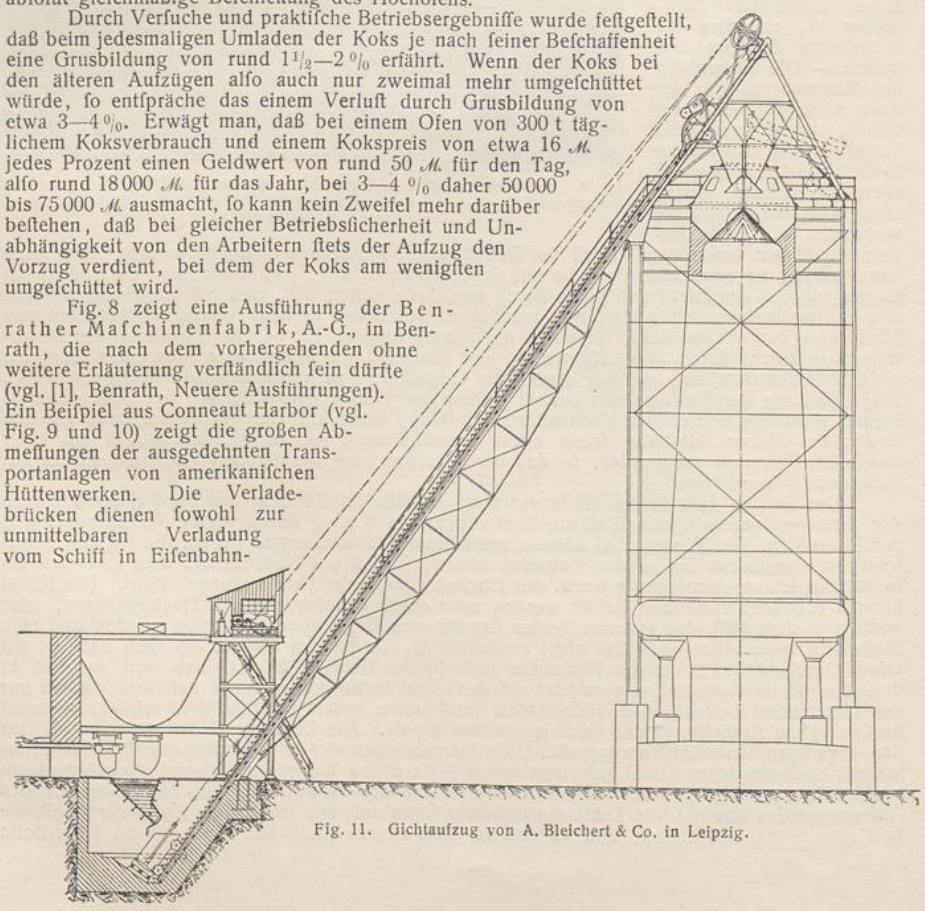


Fig. 11. Gichtaufzug von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

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.

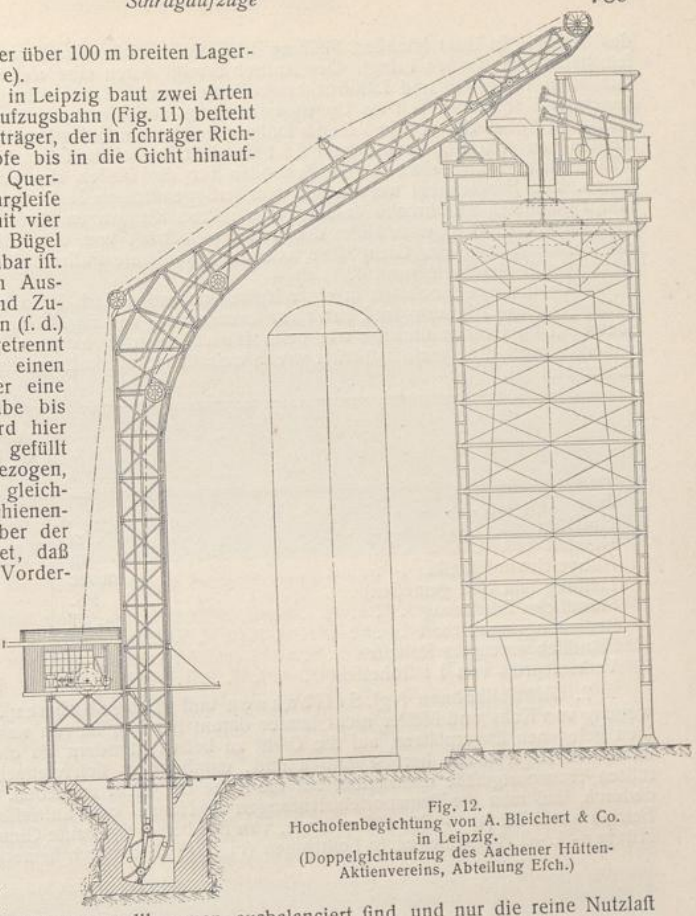


Fig. 12.
Hochofenbegichtung von A. Bleichert & Co. in Leipzig.
(Doppelgichtaufzug des Aachener Hütten-Aktienvereins, Abteilung Eſch.)

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

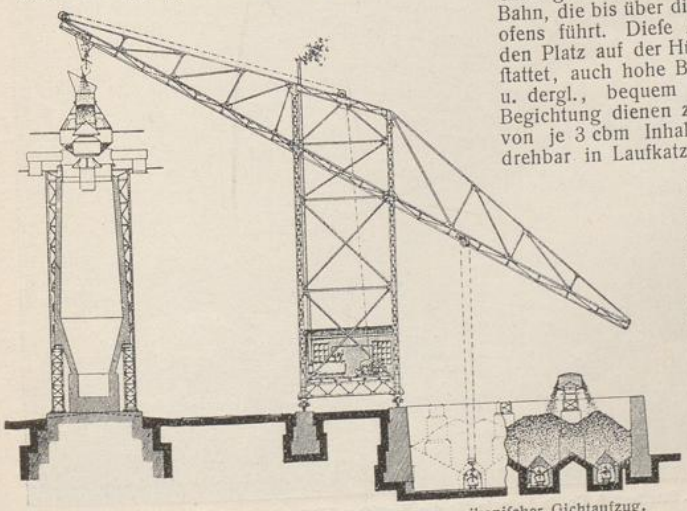


Fig. 13. Fahrbare Huntſche Elevatorbrücke als amerikaniſcher Gichtaufzug.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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-

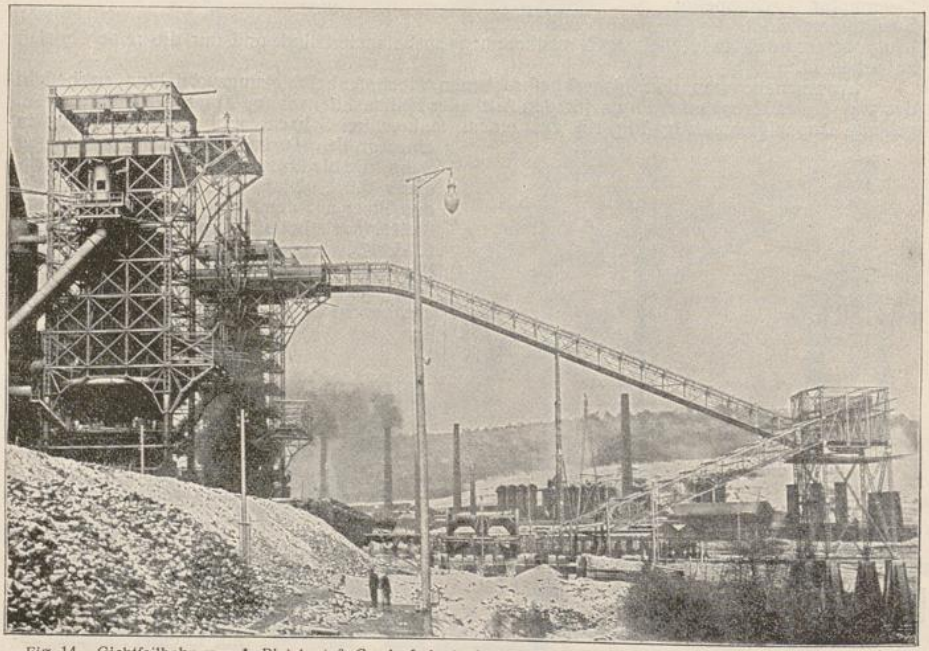


Fig. 14. Gichtſeilbahn von A. Bleichert & Co. in Leipzig für die Fentſcher Hütten-A.-G. in Kneuttingen (Lothr.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

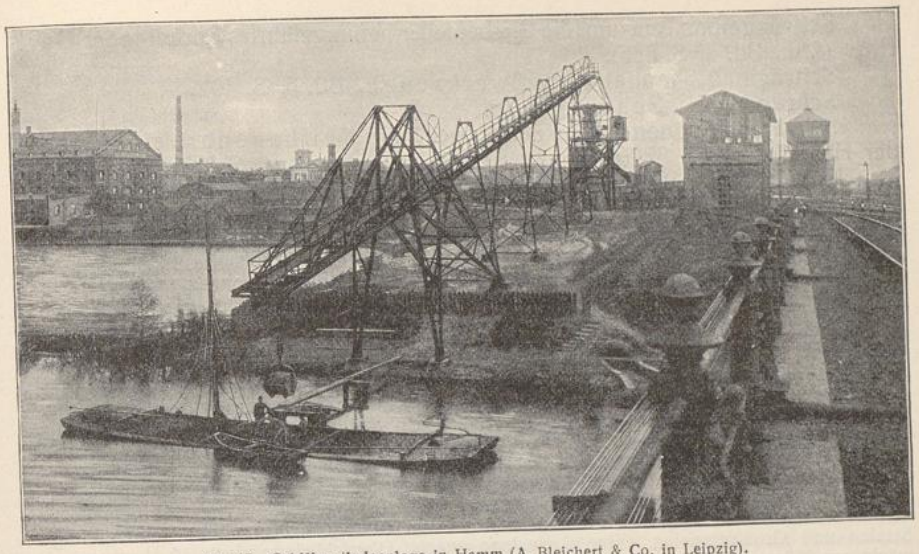


Fig. 15. Schiffsentladeanlage in Hamm (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

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 Lastenförderung 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.

Schrägſtein, f. Schmiegſtein.

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-

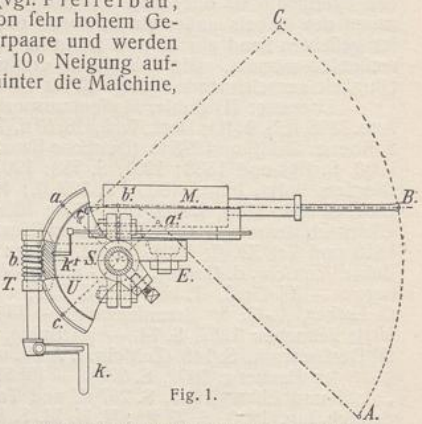


Fig. 1.

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.

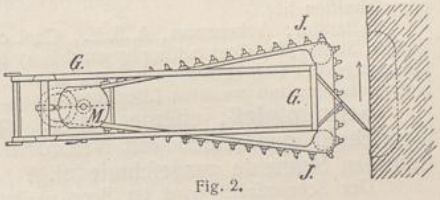


Fig. 2.

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.

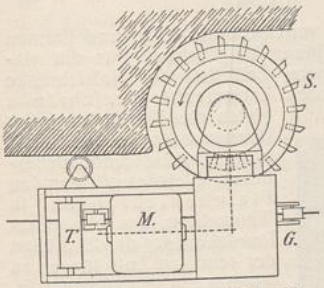


Fig. 3. Schrämmaſchine mit Schneidſcheibe.

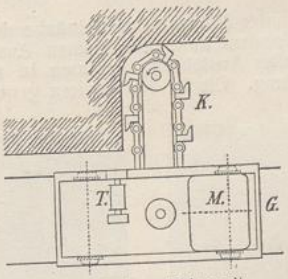


Fig. 4. Schrämmaſchine mit Schneidkette.

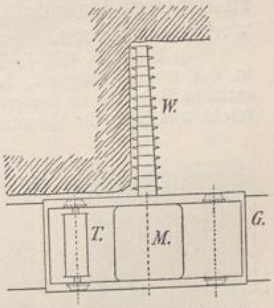


Fig. 5. Schrämmaſchine mit Meſſerwelle.

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.

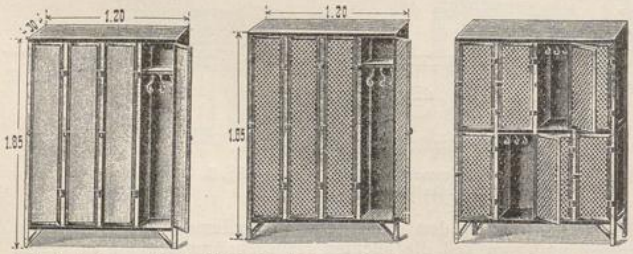
Der Schrämſpieß wird im Bergbau ſtatt der Keilhaue (ſ. d.) zur Arbeit in weichen, namentlich tonigen Maſſen benutzt und entweder für ſich allein mit beiden Händen gehandhabt oder ähnlich wie ein Steinmeißel mit dem Fäuſtel zuſammen verwendet, indem die linke Hand den Schrämſpieß, die rechte das Fäuſtel 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.

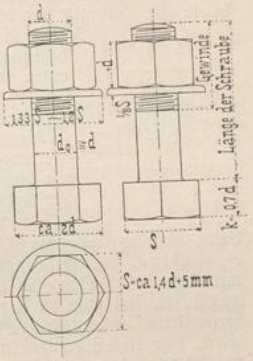
Schratten (Dolinen), ſ. Karren.

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-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.*

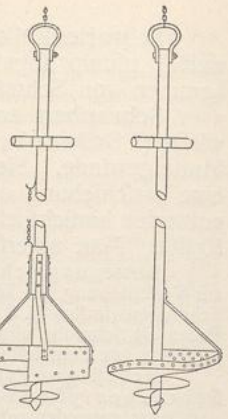


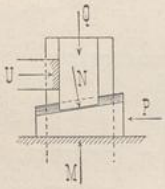
Fig. 1. Fig. 2.

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 $p = Q/z\,2\pi r t$, 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.

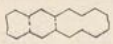


Fig. 1.

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].

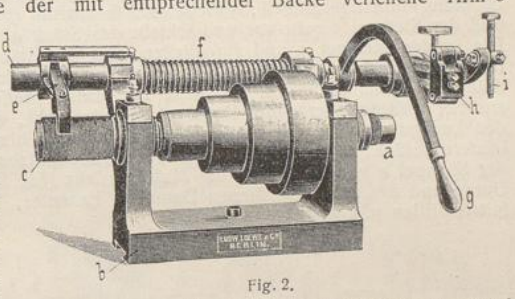


Fig. 2.

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].

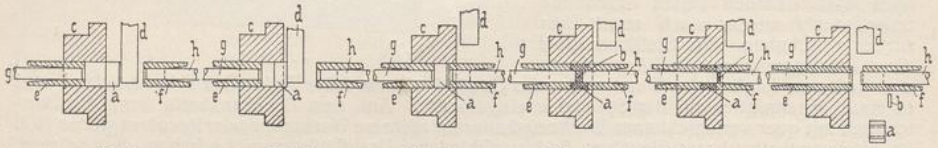


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

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.

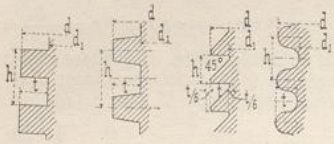


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

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 gelagerten 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 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.

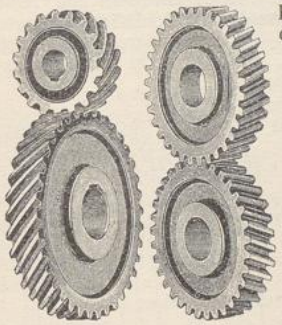


Fig. 1.

Fig. 3.

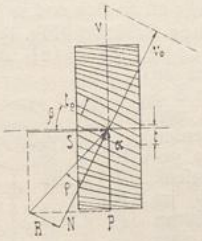


Fig. 2.

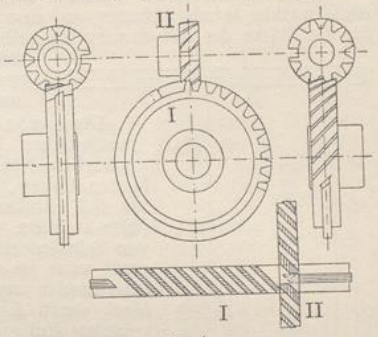


Fig. 4.

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.

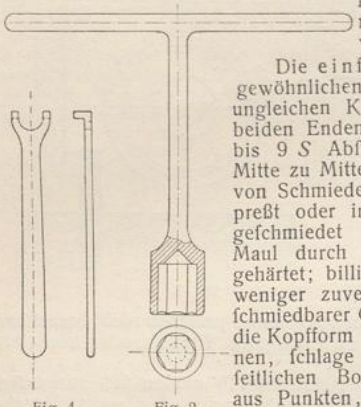


Fig. 4. Fig. 2.

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-

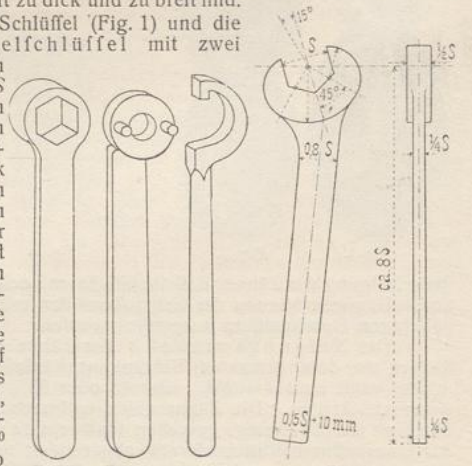


Fig. 3. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 1.

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).

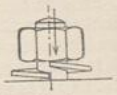


Fig. 1.

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.

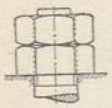


Fig. 2.

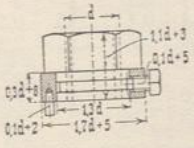


Fig. 3.

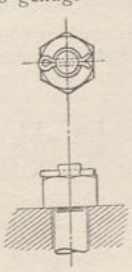


Fig. 4.

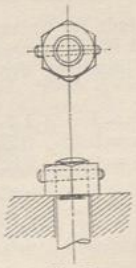


Fig. 5.

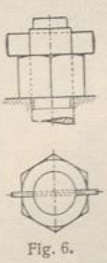


Fig. 6.

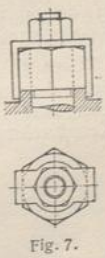


Fig. 7.

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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.*

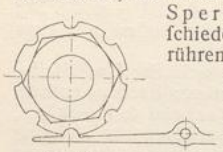


Fig. 10.

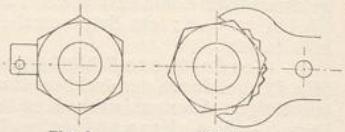


Fig. 8. Fig. 9.

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.

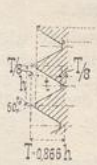


Fig. 3.

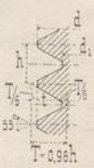


Fig. 4.

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

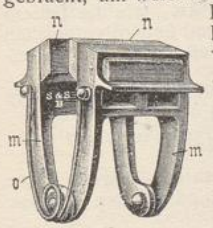


Fig. 2.

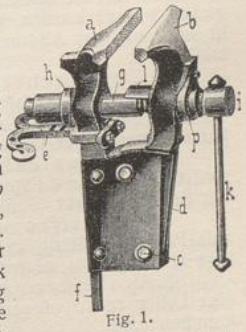


Fig. 1.

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; Derf., 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; Derf., Ueber Leserlichkeit von ornamentalen Schriften, Wien 1904; Derf., Unterricht in ornamentaler Schrift, Wien 1905; Derf., 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 Meffingmaterial 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 (Lettern metall), 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.

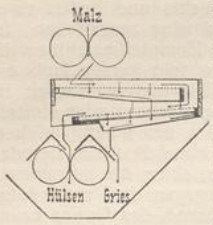
Schrot (Schrotung). Ein Getreidekorn ergibt durch die Vermahlung: Mehl, Dunſt, Grieß und Schalen, die mit Grieß behaftet ſind. Dieſe Miſchung heißt Schrot, und zwar erſtes, zweites u. ſ. w., je nachdem es durch die erſte, zweite u. ſ. w. Zerkleinerung (Schrotung) entſtanden iſt. Auch nach der Abſiebung 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.

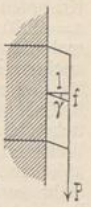
Schrumpfbänder, ſchmiedeeiſerne, auf vorſtehende Augen warm aufgezogene Ringe von runder oder länglicher Form zur feſten Verbindung gußeiſerner Teile von Schwungrädern, Geſtellen u. ſ. w. (ſ. a. Schwindringe). *Lindner.*

Schubband, ſ. Windſtreben.

Schubelaſtizität, die Elaſtizität (ſ. d.) der Körper gegen Beanſpruchungen, die zwei einander anliegende oder ſehr 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.

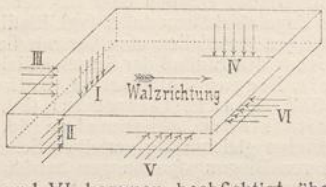
Bezeichnet z die Zugfeſtigkeit ſenkrecht zur Ebene von s, ſo wird vielfach geſetzt:

$$s = \alpha z = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1}\,z. \qquad 2.$$

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.

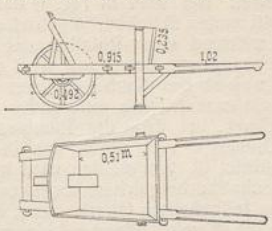


Fig. 1.

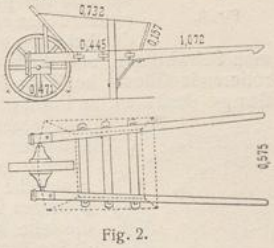


Fig. 2.

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).

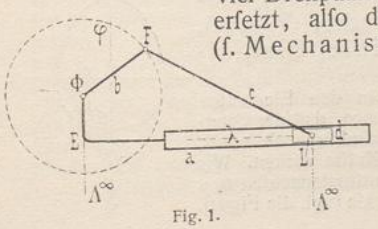


Fig. 1.

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,

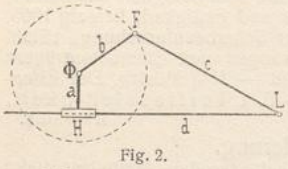


Fig. 2.

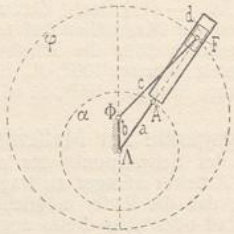


Fig. 5.

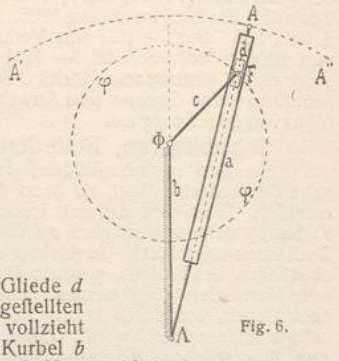


Fig. 6.

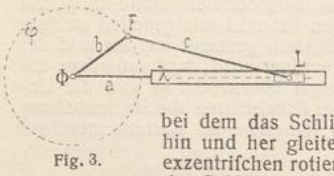


Fig. 3.

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. 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].

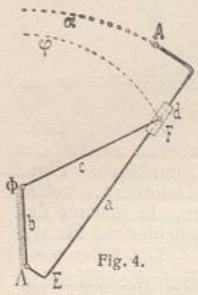


Fig. 4.

Literatur: [1] Reuleaux, Theoretische Kinematik, Braunschweig 1875, S. 324. — [2] Burmester, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888.

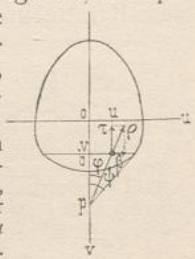
Burmester.

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.

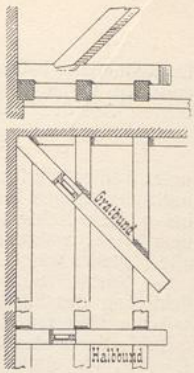
Schüttungsverhältnis. Geſchüttetes Volumen: urſprüngliches Volumen bei Bodenarten.

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 Auffſchüttung in Frage; ſie iſt für die Füllung der Fördergefäße und für die Abbaumethoden mit Bergeverſatz äußerſt wichtig (vgl. Abbau). Das Schüttungsverhältnis bei loſer Auffſchüttung 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:

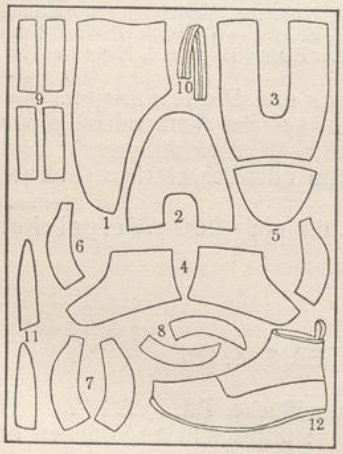


Fig. 1. Die verschiedenen Teile des Schaftes. 1. Schuhfutter. 2. Besatzfutter. 3. Vorderteil aus Leder. 4. Oberteileinsätze aus Leder. 5. Vorderkappe aus Leder. 6. Knopflochlasche aus Leder. 7. Knopflochlaschenfutter. 8. Knopfunterlaschenfutter. 9. Bordüre. 10. Strupfriemen. 11. Ueberstemme. 12. Komplettes 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.

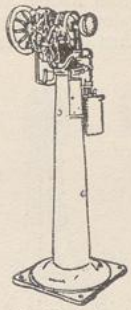


Fig. 5. Rahmeneinstechmaschine.

Fig. 6. Innennahtbeschneidmaschine.

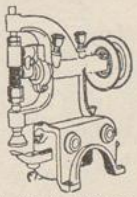


Fig. 7. Rahmenklopfmaschine.

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.

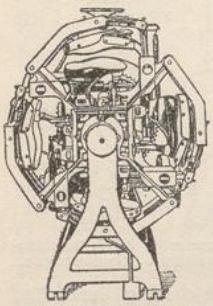


Fig. 8. Sohlenauflegemaſchine.

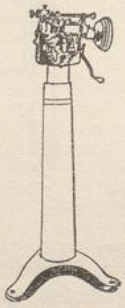


Fig. 9. Sohlenbeſchneid- und -rißmaſchine.

Fig. 10. Gelenkausſchärfmaſchine.

Fig. 11. Doppelſteppſtichmaſchine.

Fig. 12. Rißſchließmaſchine.

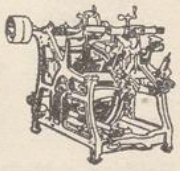


Fig. 13. Zwillingsglättmaſchine.

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.

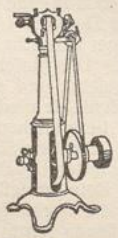


Fig. 15. Sohlenferſebeſchneidmaſchine.

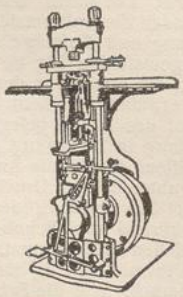


Fig. 16. Abſatzaufnagelmaſchine.

Fig. 17. Oberfleckſtiftmaſchine.

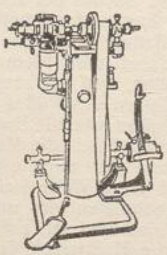


Fig. 18. Abſatzfräsmaſchine.

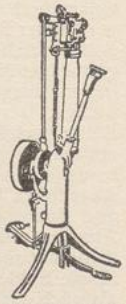


Fig. 19. Abſatzfrontbeſchneidmaſchine.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

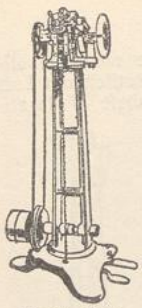


Fig. 20. Stichſtoppmaſchine.

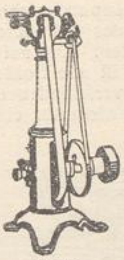


Fig. 21. Schnittfräſe.

Fig. 22. Schnitt- und Kantenpoliermaſchine.

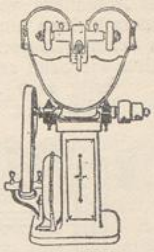


Fig. 23. Abſatzausglasmaſchine.

Fig. 24. Abſatzfrontausglasmaſchine.

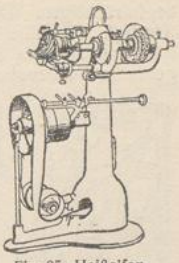


Fig. 25. Heißeiſenabſatzpoliermaſchine.

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 Poliereifen 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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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.

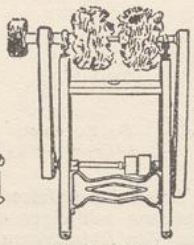


Fig. 29. Sohlenbürstmaschine.

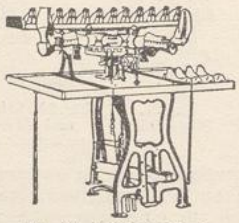


Fig. 30. Stiefelaufblockmaschine.

Fig. 31. Sohlenstempelmaschine.

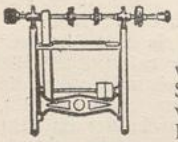


Fig. 28. Kaltpoliermaschine.

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.

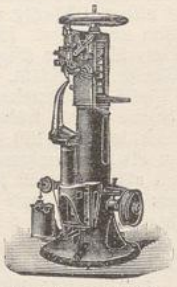


Fig. 34. Steppstichdurchnähmaschine. Tagesleistung bis zu 400 Paar.

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 Ledererfatz. 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.

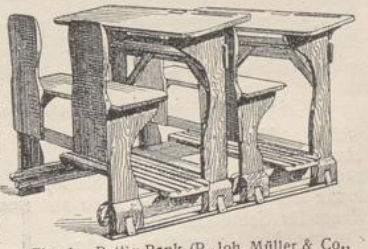


Fig. 1. Rettig-Bank (P. Joh. Müller & Co., Berlin).

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

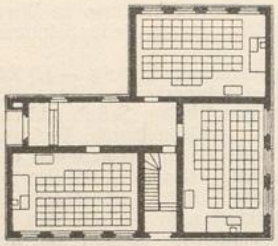


Fig. 2. Erdgeſchoß einer dreiklaſſigen preußiſchen Dorfſchule.

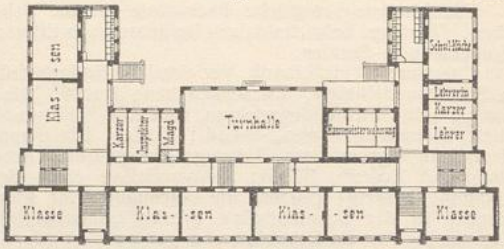


Fig. 4. Erdgeſchoß der Volksſchule für Knaben und Mädchen zu Nürnberg (Arch. Wallraff).

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).

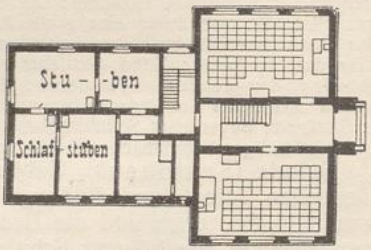


Fig. 3. Erdgeſchoß einer vierklaſſigen preußiſchen Dorfſchule.

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-

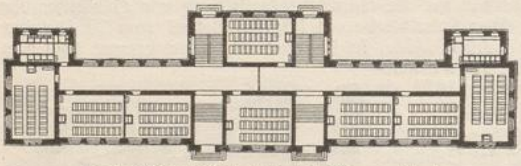


Fig. 5a (Grundriß des Erdgeſchoſſes von Fig. 5).

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).

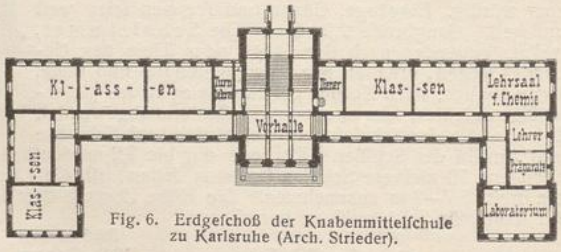


Fig. 6. Erdgeſchoß der Knabenmittelſchule zu Karlsruhe (Arch. Strieder).

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] Derſ., 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 feine 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.

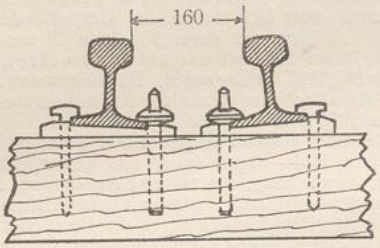


Fig. 2. Schutzschiene der Oesterr. Staatsbahn. Maßstab 1 : 10.

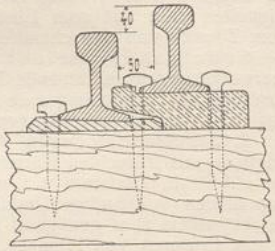


Fig. 3. Schutzschiene der Sächs. Staatsbahn. Maßstab 1 : 10.

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.

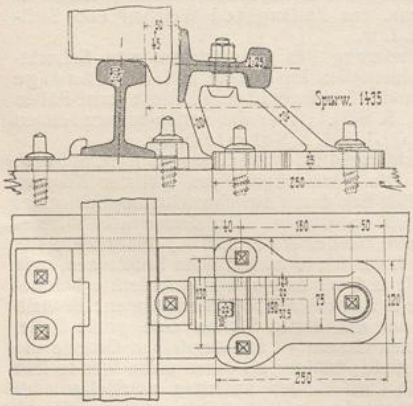


Fig. 4. Schutzschiene an der Schnellbahnversuchsstrecke Marienfelde—Zossen. Maßstab 1 : 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

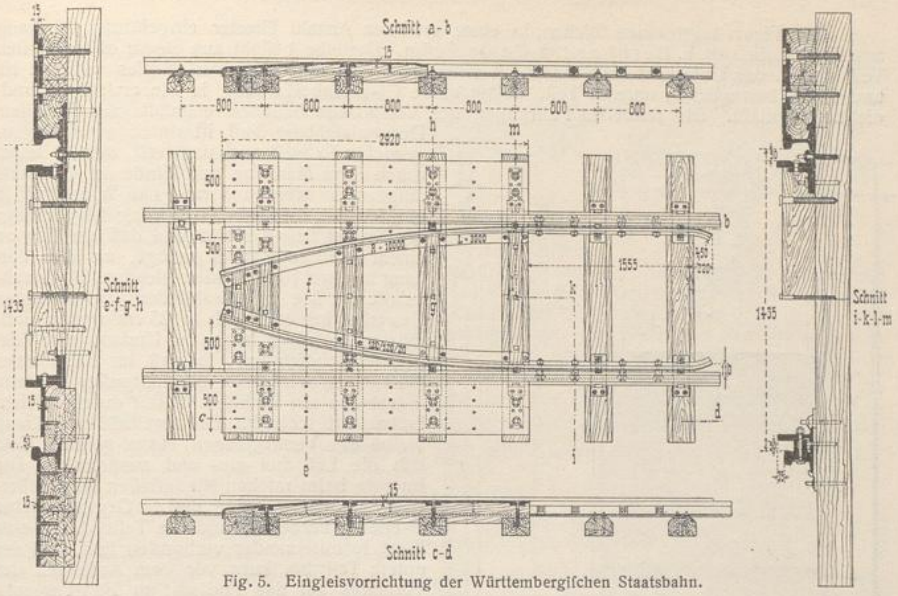


Fig. 5. Eingleisvorrichtung der Württembergiſchen Staatsbahn.

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.

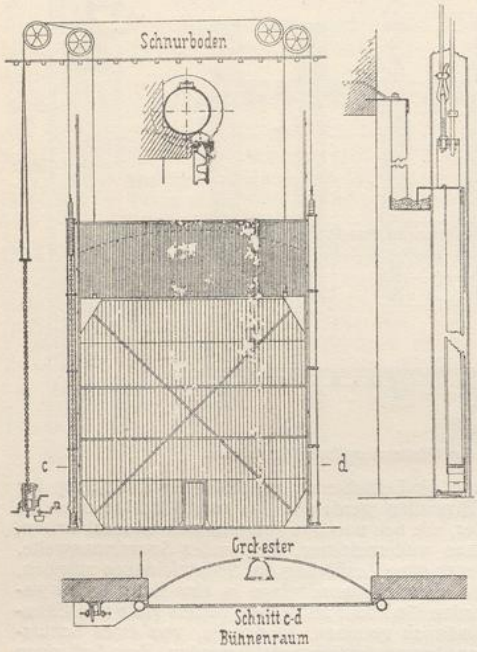
Schutzſchleuſe (Sperrſchleuſe), zumeiſt mit Stemmtoren verſehene und dem einfachen Haupte einer Kammerſchleuſe (ſ. d.) ähnliche Schleuſe, welche nur zeitweilig einen auf der Außenſeite vorkommenden höheren Waſſerſtand vom Schiffahrtskanal abzuhalten hat, ſonſt aber offen ſteht. Sie kommt an den unteren 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 ⊓-Eiſenbeſäumung 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.*

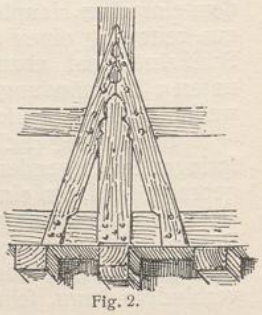


Fig. 2.

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

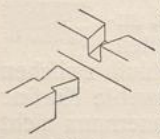


Fig. 1.

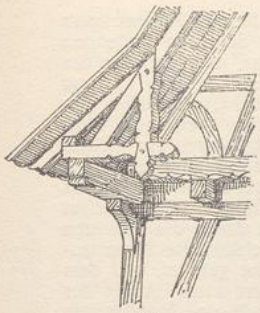


Fig. 3.

Fig. 4.

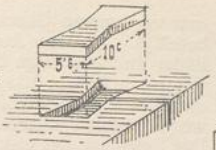


Fig. 6.

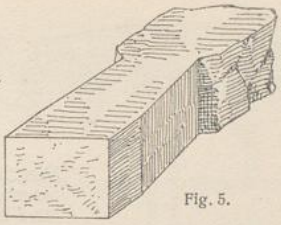
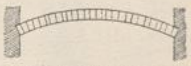


Fig. 5.

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.*



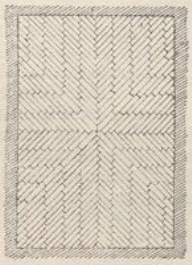


Fig. 2.

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

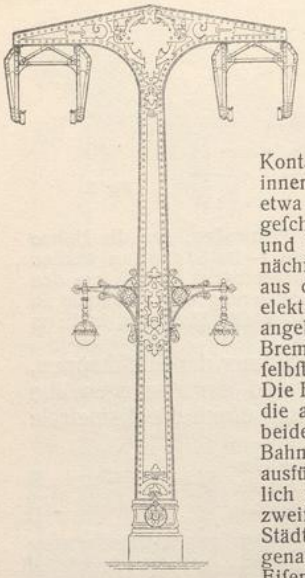


Fig. 1. Einzelſäule einer zweigleiſigen Schwebebahn, Syſtem Langen.

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

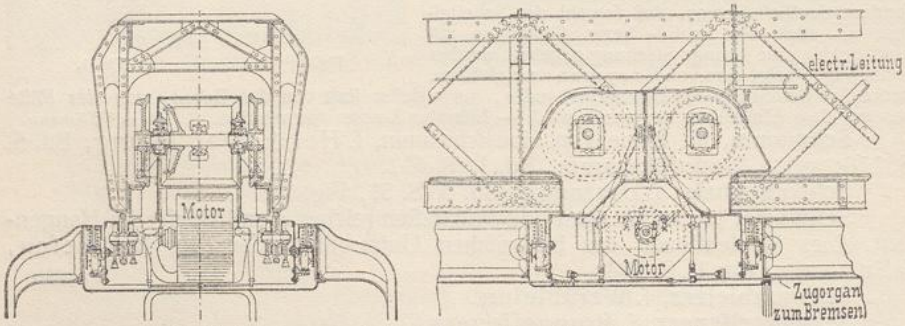


Fig. 2. Anordnung des Drehgeſtelles der Langenſchen Schwebebahn.

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.

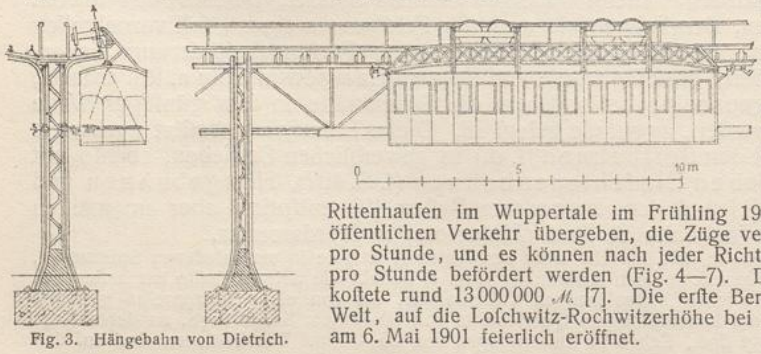


Fig. 3. Hängebahn von Dietrich.

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].

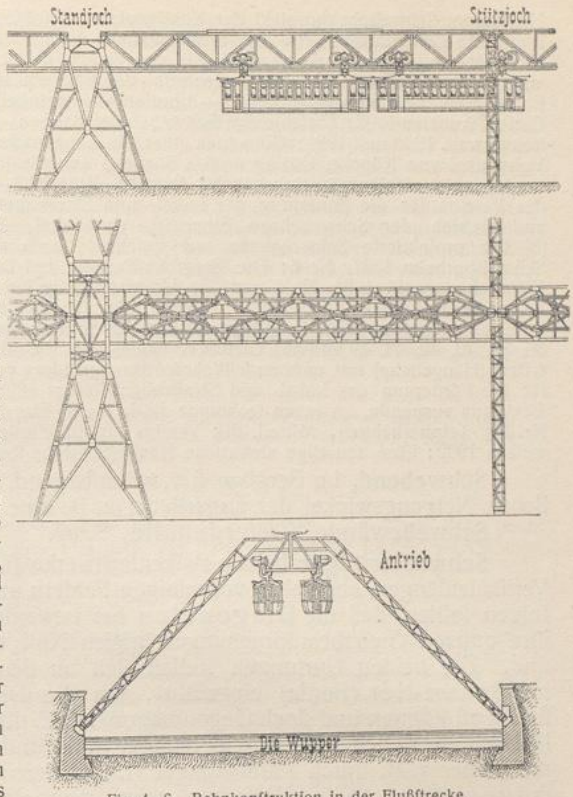


Fig. 4—6. Bahnkonstruktion in der Flußstrecke.

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).

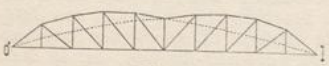


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

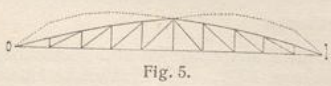


Fig. 5.

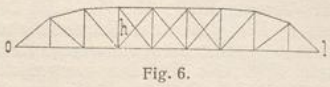


Fig. 6.

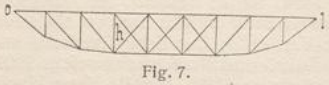


Fig. 7.

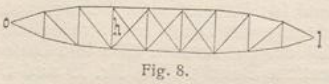


Fig. 8.

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

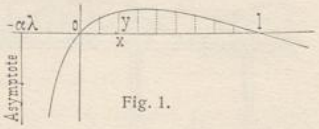


Fig. 1.

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 Paralleltträger (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 Ellipfenträger (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

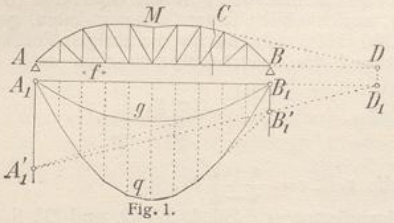


Fig. 1.

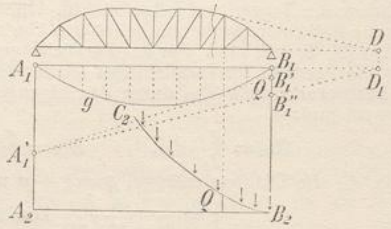


Fig. 2.

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° schmelzen, bei 46° 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°, die bei niederer Temperatur zu prismatischen, bei +10° schmelzenden Kristallen erstarrt. Sie beginnt bei dem Erhitzen auf 30—40° zu rauchen, indem Dissoziation in Anhydrid und Wasser stattfindet, und siedet bei 338°. 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° 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.

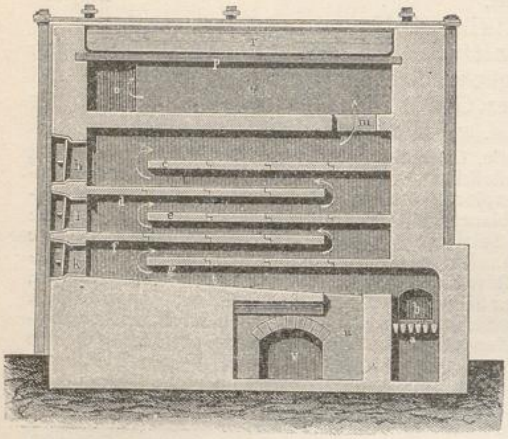
Die technische Darstellung der Schwefelsäure ist folgende:

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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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